Niveau(x) d'enseignement: 7 Numéro EDUQ : 8270044
Centre d'intérêt: 91

Collège de Rosemont (Montréal, Québec) Département de biologie.

Biologie humaine I : cours dispensé en audio-tutorat / par le Département de biologie au Collège de Rosemont. -- [Montréal] : Le Collège, [1975?].
3 t. en 4 v. : ill., graph. ; 28 cm.

Public cible: 101-921-75. Code: 15-3116-15-3119. Dépouillement: v. 1. Cahier de documents; Documents en démonstration; Liste de matériel -- v. 2. Cahier de travail de l'étudiant -- v. 3. Cahier de travail de l'étudiant -- v. 4. Guides sonores.

Cote Dewey: 574'.0202/C697b Cote LC: QH/308.2

Descripteur(s): *Biologie *Audio-tutorat *Enseignement individualisé *Matériel didactique *Collégial (Niveau)

Identificateur(s) de sujet: *Biologie 101-921-75

Destiné aux étudiants de niveau collégial, ce matériel didactique conçu pour le cours de biologie humaine 101-921 a été réalisé par des enseignants des cégeps Edouard-Montpetit et Rosemont. On y délaisse la traditionnelle division entre cours magistraux et travaux pratiques en laboratoire pour présenter le cours sous la forme d'un audio-tutorat intégrant les notions théoriques et pratiques en une seule suite logique. L'étudiant peut faire son apprentissage à son propre rythme. La matière est divisée en treize mini-cours et l'étudiant dispose, pour les suivre, de deux cahiers de travail, de guides sonores et d'un cahier de document.

Type de document: d
Financement: Bénéficiaire - Collège de Rosemont et collège Edouard-Montpetit
Organisme(s) source(s) - MEQ - DGEC
Programme(s) de subvention - PROSIP
Auteur de l'analyse: ar

Collège de Rosemont
Département de Biologie
1977

1

BIOLOGIE HUMAINE

Cahier de documents
Documents
en démonstration
Liste de matériel

E D U Q 8270044a

Cahier 1

Cours dispensé en Audio-tutorat
par le département de Biologie
au Collège de Rosemont

BIOLOGIE HUMAINE I

101-921-75

CAHIER DE DOCUMENTS
DOCUMENTS EN DEMONSTRATION
LISTES DE MATERIEL

© Collège de Rosemont
Tous droits réservés
Dépôt légal à la Bibliothèque Nationale

Les textes sont de

Claude Champagne
Brigitte Ouellette Farré
Lucette Lalonde Lapierre,

professeurs au département de Biologie
du Collège de Rosemont,

et de

André Boivin,

professeur au département de Biologie
du Collège Edouard-Montpetit,

avec la collaboration occasionnelle de

Réal Gravel et
Renée Lamy Brazeau,

professeurs au département de Biologie
du Collège de Rosemont.

Le graphisme a été fait par

Lise Boivin
Carmen Bacon
Andrés Farré

Le travail de dactylographie a été exécuté par

Yvonne Hétu

Le travail de revision et de mise en page en vue de la diffusion a été fait par

Brigitte Ouellette Farré

L'AUDIO-TUTORAT

La méthode utilisée pour ce cours est très différente de la méthode traditionnelle présentant cours magistraux et travaux pratiques en laboratoire.

L'audio-tutorat intègre les notions théoriques et pratiques en une seule suite logique; elle permet à l'étudiant de faire son apprentissage à son propre rythme.

L'audio-tutorat comporte deux activités principales:

1) L'assemblée générale (1 heure par semaine)

Le professeur peut au cours de cette assemblée:

- présenter le travail de la semaine
- rappeler et expliquer les points importants de la semaine ou des semaines précédentes
- élargir le cadre d'un mini-cours en rapportant et discutant certains développements scientifiques récents et leurs applications pratiques
- présenter des films
- répondre aux questions des étudiants
- évaluer l'apprentissage des étudiants.

Cette assemblée n'est donc pas un cours magistral visant l'acquisition de connaissances nouvelles.

2) L'apprentissage audio-guidé

A chaque semaine, l'étudiant travaille au Centre d'apprentissage pendant 4 périodes environ (2,2).

Le contenu du cours est distribué en unités appellées MINI-COURS.

Chaque mini-cours possède ses objectifs de comportement, objectifs sur lesquels l'étudiant est évalué. Le mini-cours lui-même fournit les moyens d'atteindre ces objectifs, que ce soit par la lecture de textes, l'observation dirigée, la manipulation d'organismes vivants ou conservés, les expériences ou encore le visionnement de certains documents.

Pour effectuer un mini-cours, l'étudiant dispose d'un CAHIER DE TRAVAIL et d'un GUIDE SONORE:

- le Cahier de Travail contient tous les textes et exercices nécessaires à la réalisation du travail de la semaine; toutefois il n'est pas complet: il doit absolument être accompagné du Guide sonore;

- le Guide sonore, enregistré sur bande magnétique, oriente le travail de l'étudiant par des explications, des suggestions, des questions et des directives du professeur, d'où l'expression "apprentissage audio-guidé".

Au Centre d'apprentissage, chaque équipe de deux étudiants dispose d'un matériel d'expérimentation en plus d'un CAHIER DE DOCUMENTS contenant des photos, des schémas et des textes.

Les étudiants trouvent aussi dans le centre, des DOCUMENTS EN DEMONSTRATION, des pièces anatomiques, modèles et cartes murales.

Un professeur-consultant assure la permanence au Centre d'apprentissage, prêt à répondre à toute demande des étudiants; sa présence se révèle indispensable à plusieurs étapes d'un mini-cours.

LA REDACTION

Les textes du Cahier de Travail de l'étudiant, des Guides sonores, du Cahier de Documents et des Documents en démonstration ont été rédigés dans leur forme actuelle par des professeurs du département de Biologie de Rosemont.

Quelques-uns de ces professeurs ont collaboré en 1973 à la rédaction du Cahier de Travail BIOLOGIE HUMAINE I, 2e édition, publié au Centre de Recherche et de développement du Collège Edouard-Montpetit, par André Boivin.

Ce Cahier de Travail a été utilisé au Collège Edouard Montpetit, au Collège de Rosemont et au Collège André Laurendeau.

La nouvelle rédaction faite par la suite au Collège de Rosemont a conservé la majeure partie des mini-cours en cytogénétique; les textes ont été revus, modifiés et augmentés. Les mini-cours sur le système nerveux et le système endocrinien ont fait l'objet d'une nouvelle rédaction qui a puisé à l'occasion dans le texte d'André Boivin et de ses collaborateurs.

Les droits pour les textes, illustrations et photos empruntés à différents auteurs ont été obtenus pour un tirage limité à 100 exemplaires diffusés dans les collèges de la province de Québec et pour utilisation par les étudiants du Collège de Rosemont.

Les documents ci-joints comprennent pour les 13 mini-cours du cours Biologie Humaine I, les cahiers suivants:

1. L'Audio-tutorat et le cours Biologie Humaine 101-921-75 au Cegep de Rosemont:

   CAHIER DE DOCUMENTS
   DOCUMENTS EN DEMONSTRATION
   LISTES DE MATERIEL

2. CAHIER DE TRAVAIL de l'étudiant (2 tomes)

3. GUIDES SONORES

Nous avons joint à titre d'exemple une cassette où le guide sonore du mini-cours 11 est enregistré.

CAHIER DE DOCUMENTS

BIOLOGIE HUMAINE I

101-921-75

Collège de Rosemont
Département de biologie

© Collège de Rosemont
Tous droits réservés
Dépôt légal à la Bibliothèque Nationale

Les textes sont de

Claude Champagne
Brigitte Ouellette Farré
Lucette Lalonde Lapierre,

professeurs au département de Biologie
du Collège de Rosemont,

et de

André Boivin,

professeur au département de Biologie
du Collège Edouard-Montpetit,

avec la collaboration occasionnelle de

Réal Cravel et
Renée Lamy Brazeau,

professeurs au département de Biologie
du Collège de Rosemont.

Le graphisme a été fait par

Lise Boivin
Carmen Bacon
Andrés Farré

Le travail de dactylographie a été exécuté par

Yvonne Hétu

Le travail de revision et de mise en page en vue de la diffusion
a été fait par

Brigitte Ouellette Farré

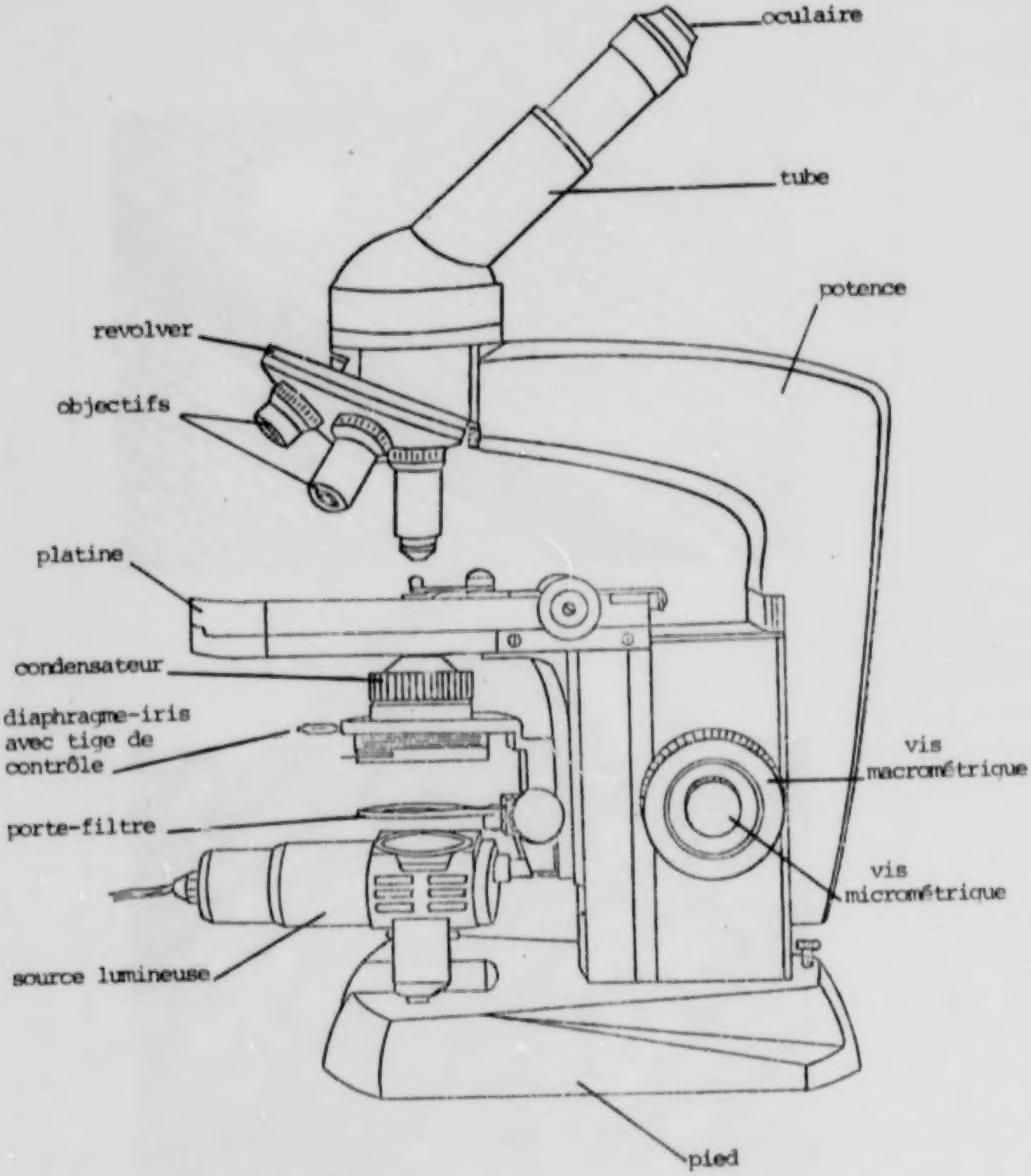
Le CAHIER DE DOCUMENTS demeure en permanence au Centre d'apprentissage sur la table de travail d'une équipe de deux étudiants. Les étudiants le consultent pendant le déroulement du mini-cours. C'est le texte du Cahier de Travail ou le guide sonore qui les y réfère.

Certaines photos de ce Cahier de Documents n'ont pu être reproduites; une brève description suffit à comprendre leur utilité dans le déroulement du mini-cours.

La plupart des reproductions ont été faites en noir et blanc même si la couleur ajoute de l'intérêt et de la précision dans beaucoup de cas.

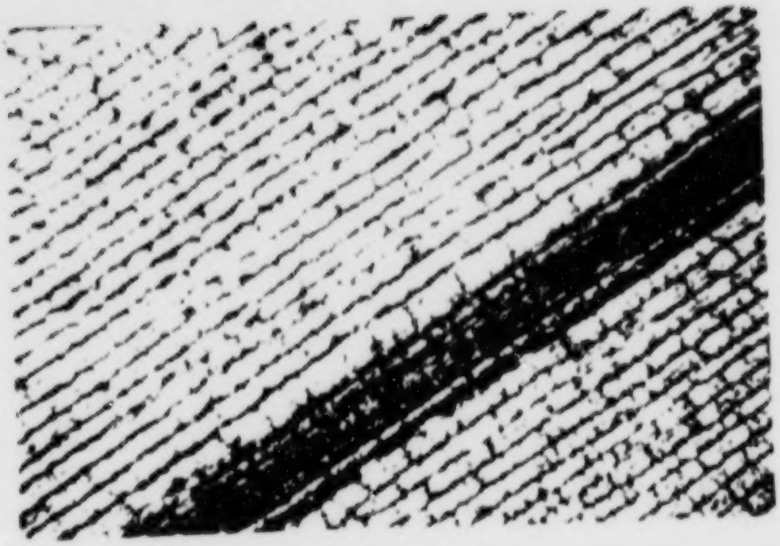
Les listes de matériel identifient ces documents par le sigle CD.

LE MICROSCOPE OPTIQUE

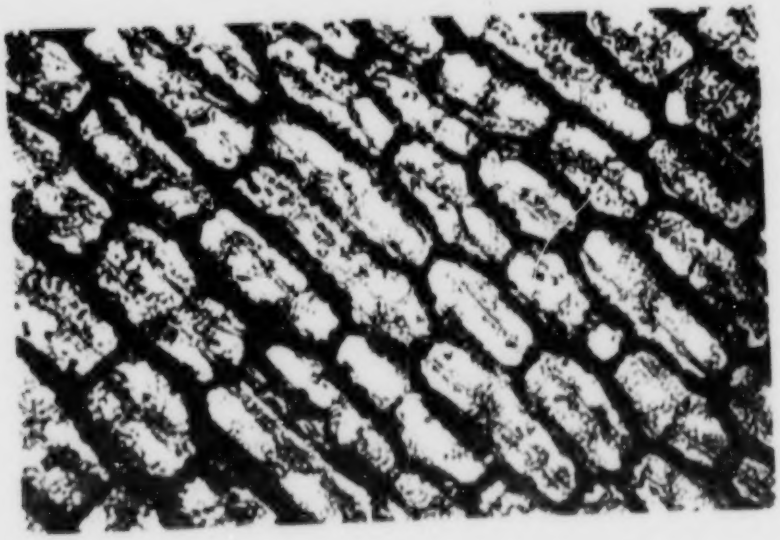


VUE MICROSCOPIQUE DE LA FEUILLE D'ELODEE

40 X



400 X



MITOCHONDRIES

Cellule sexuelle de rat mâle

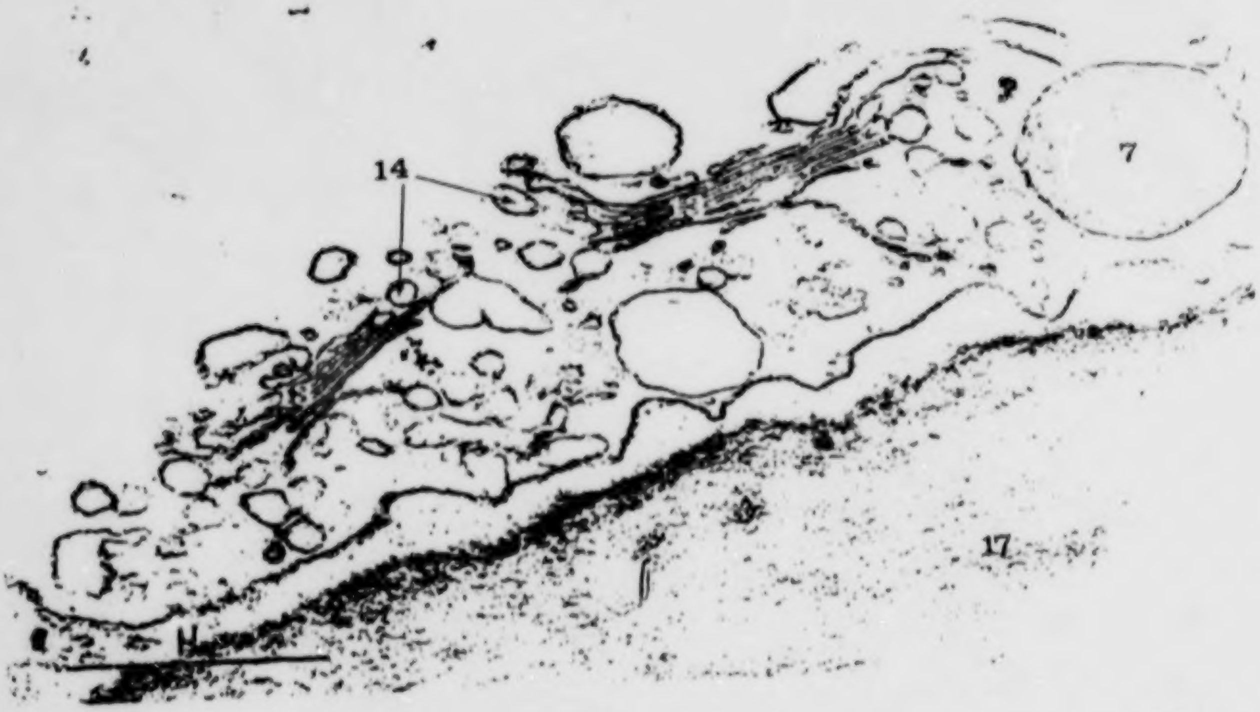
Sur la micrographie à gauche, on voit une mitochondrie en coupe longitudinale; à droite, une coupe transversale de cet organite.

(micrographie électronique)

1. Membrane externe
2. Membrane interne
3. Crêtes
4. Matrice
5. Granules denses

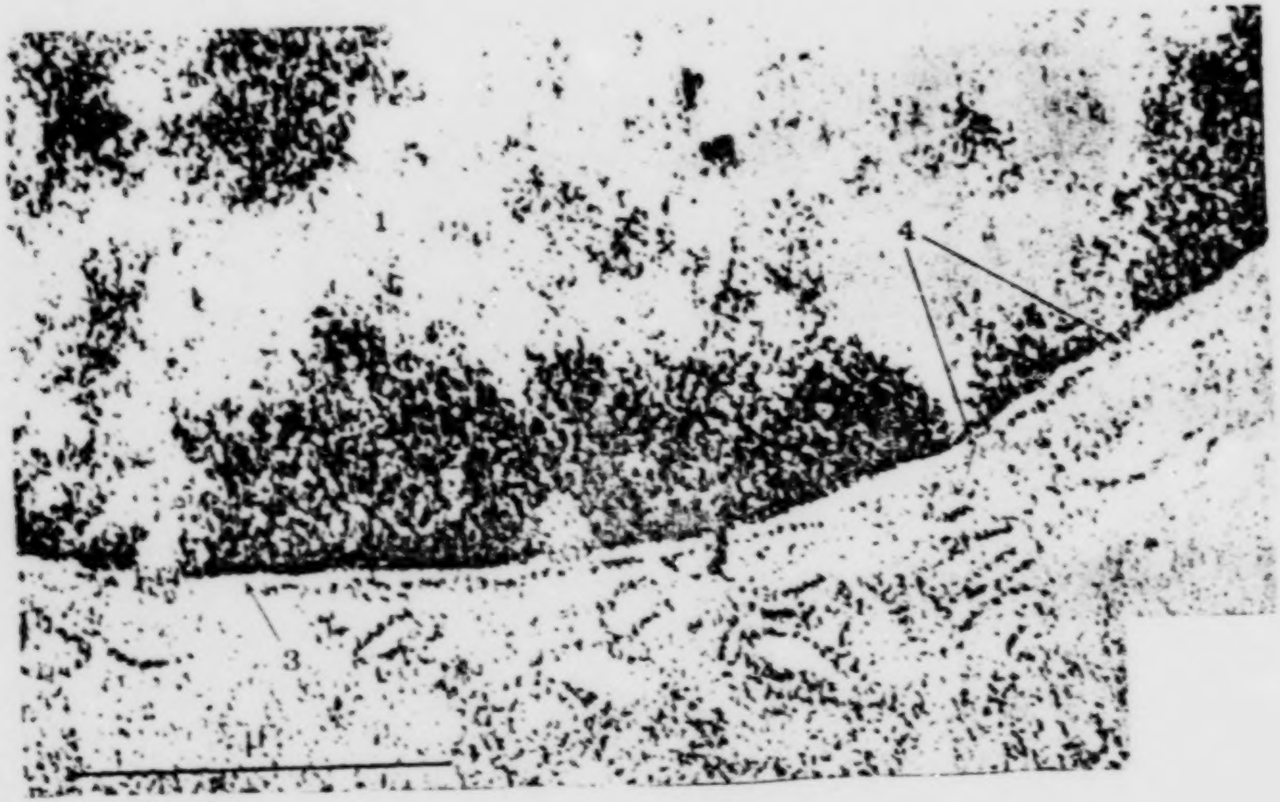
(tiré de La Structure de la cellule du Centre Audio-visuel de Saint-Cloud, diapositive no 223-16. Reproduit avec la permission de la Société des Gens de Lettres de France pour les Editions Diapofilm.)

CD 2



CD 3

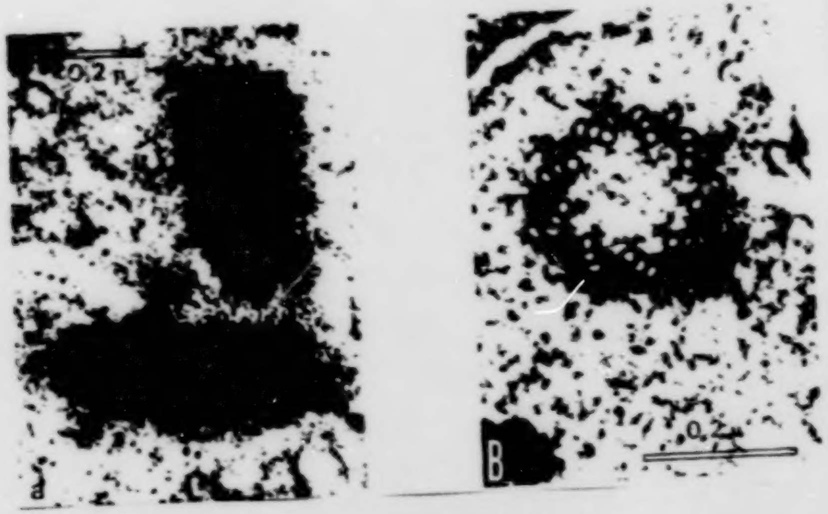
noyau
membrane cellulaire
8
6
6

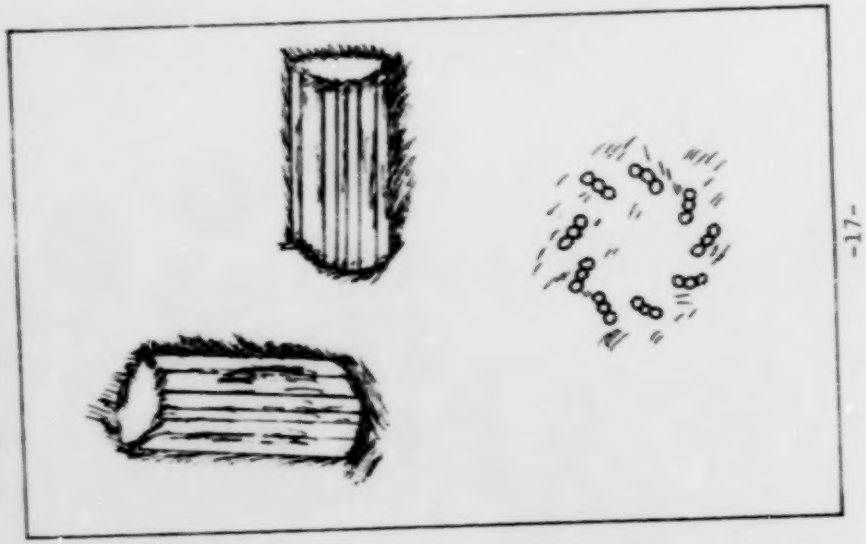


(Les photos 2 - 3 - 4 - 5 sont tirées de la série <u>The Cell and its Organelles;</u> plates C - E - F - G
© Baylitz Microscope slides 1966. Reproduit avec la permission de Boreal Laboratories Ltd.

a. cellule sanguine de rat
b. cellule embryonnaire de poulet

Le cliché "a" présente l'ultrastructure de deux centrioles (centrosome) vue en coupe longitudinale; le cliché "b" montre la coupe transversale d'un centriole formé de neuf groupes de trois tubules.

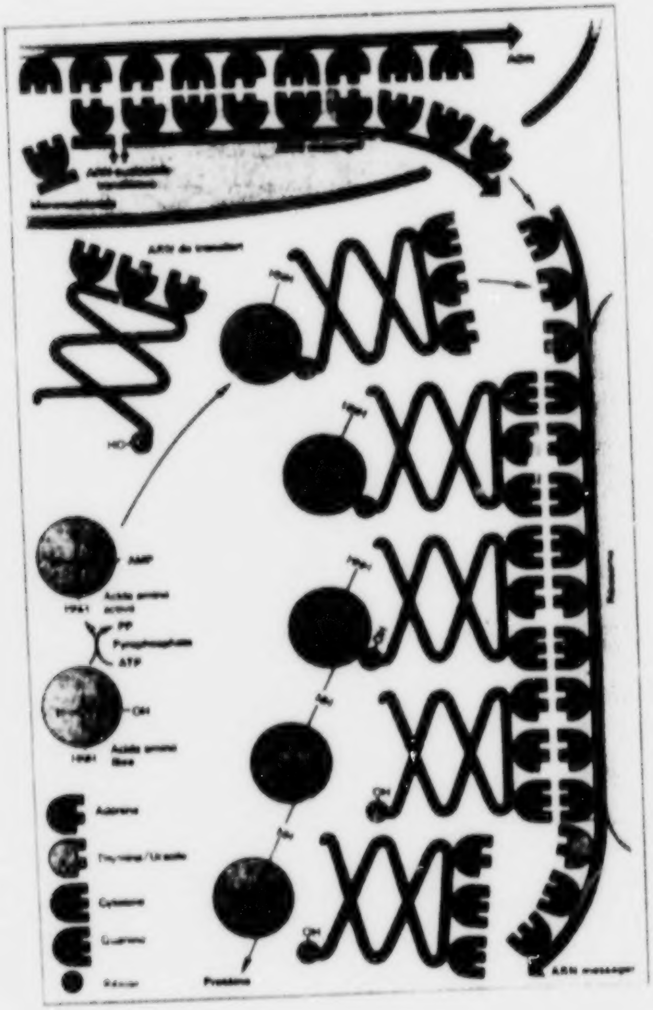




(micrographie électronique)

(tiré de Berkaloff, Bourget, Favard, Guinnebault, Biologie et physiologie cellulaire. © 1967, p. 155, figure 91. Reproduit avec la permission de la Société des Gens de Lettres de France pour les Editions Hermann, Paris.)

BIOSYNTHESE DES PROTEINES



(tiré de Ricard, Matthieu, Atlas de biologie © 1970, p. 428.
Reproduit avec la permission de la Société des Gens de Lettres de France pour
la Librairie Stock et la Librairie Générale Française.)

Processus de la mitose. 307. Noyau au repos. (Interphase.)

308. Prophase : les chromosomes s'individualisent au sein du noyau.

309. Les chromosomes ont fini de s'individualiser. La membrane du noyau est dissoute : la prophase est finie.

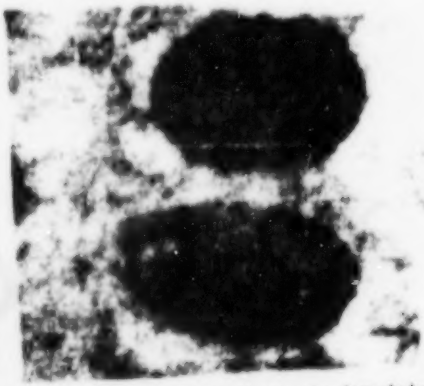
310. Le fuseau s'est formé, les chromosomes se fixent en son centre : c'est le début de la métaphase.

311. Un autre aspect de la métaphase.

312. Les chromosomes migrent, le point de contact avec le fuseau dirigé en avant (anaphase).

313. Fin de l'anaphase, les chromosomes se sont liés e deux groupes.

314. Début de télophase avec densification cytoplasmique entre les deux futurs noyaux.



315. Reconstitution des noyaux lors de la télophase

(tiré de Robertson, J.Davis. Le Microscope et la Vie. © 1972, pp.240 et 241 - photos nos 307-308-309-310-311-312-313-314-315. Reproduit avec la permission de la Société des Gens de Lettres de France pour les Éditions Boréal).

EXERCICE SUR LA MITOSE

- Cet exercice se fait par groupe de deux étudiants

- Deux feuilles se trouvent dans le cahier de travail, où des dessins de cellules avec leur noyau ou leur appareil mitotique sont numérotés de 1 à 5. Ces numéros correspondent aux phases de la mitose décrites à l'étape 6. Etalez ces deux feuilles sur la table devant vous.

- Une pochette de plastique contient des modèles de chromosomes déjà tout assemblés.

- Un carton placé sur la table illustre les différents types d'assemblage utilisés pour représenter les chromosomes aux différentes phases.

Vous êtes maintenant prêts à reconstituer la séquence de la mitose.

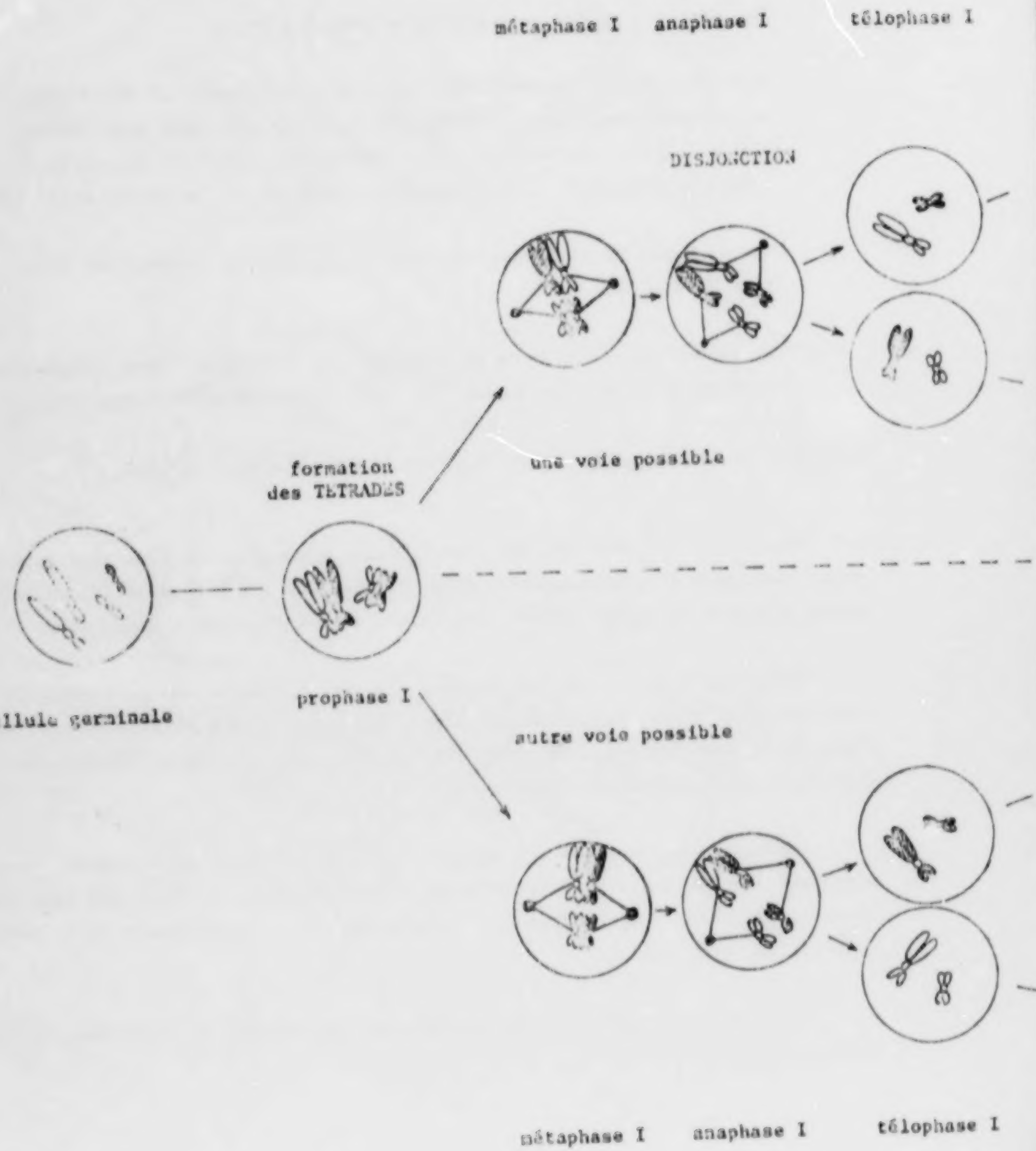
Placez sur les deux feuilles les modèles de chromosomes avec leur centromère. Commencez en distribuant de façon irrégulière sur le dessin (2) un chromosome dédoublé de chaque genre: long bleu, long rouge, court bleu, court rouge.

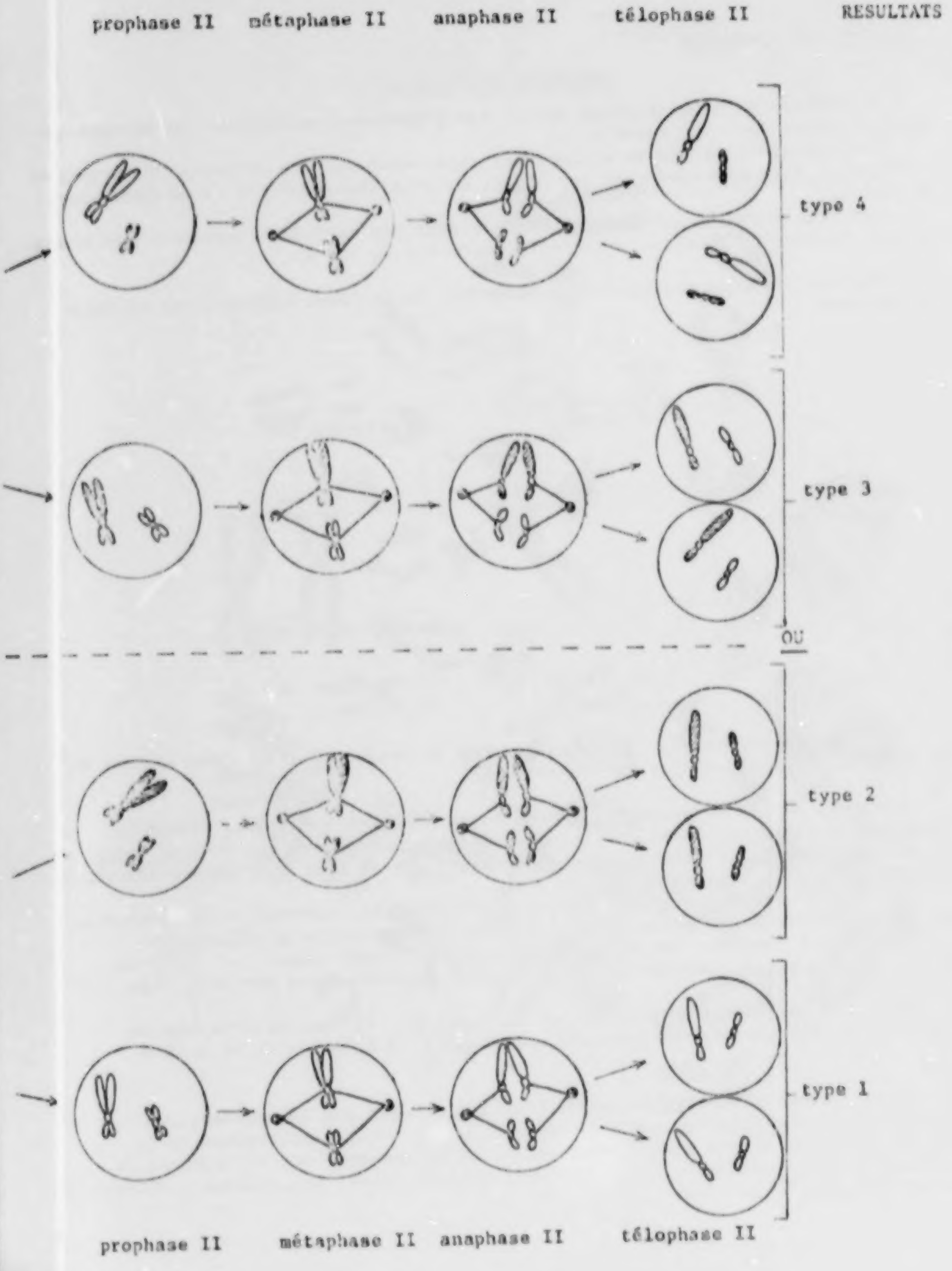
Continuez à placer sur les dessins (3), (4) et (5) le nombre correct et le genre de chromosomes tel qu'indiqué dans l'étape 8. Il y a suffisamment de modèles de chromosomes pour que vous puissiez en placer sur chaque figure sans les réutiliser pour les phases subséquentes.

Lorsque la disposition est terminée, vérifiez qu'elle est logique; puis dessinez sur les mêmes feuilles les schémas des chromosomes, en utilisant deux couleurs différentes. Représentez les chromosomes par un trait simple et le centromère par un petit cercle.

Replacez les modèles de chromosomes dans la pochette de plastique, et laissez celle-ci sur la table.

Figure 6: Les phases de la méiose




prophase II
métaphase II
anaphase II
télophase II
RESULTATS
type 4
type 3
OU
type 2
type 1
prophase II
métaphase II
anaphase II
télophase II

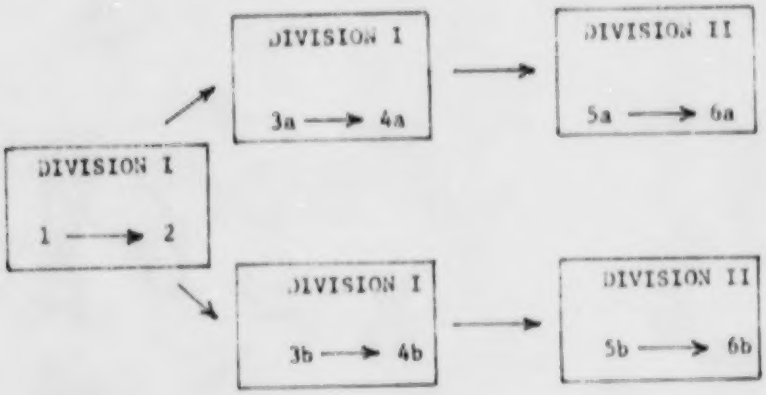
EXERCICE SUR LA MEIOSE

Un tableau en démonstration montre les principaux modèles de chromosomes que tu utiliseras pour cet exercice.

Tu disposes d'un jeu de chromosomes représenté par des segments de cure-pipes (filaments chromosomiques) et des billes de bois (centromères) de couleur rouge ou bleue.

Les cinq feuilles qui suivent schématisent des cellules comportant des noyaux ou des fuseaux d'appareils mitotiques numérotés de 1 à 6.

Détache ces cinq feuilles et dispose-les de la façon suivante sur ta table de travail:



Reconstitue maintenant le déroulement de la méiose, à l'aide des schémas de la figure 6 de ton cahier de travail.

Commence en (1) en plaçant 2 paires de chromosomes homologues dédoublés; la première paire est constituée de deux chromosomes dédoublés, un long rouge, et un long bleu ; la seconde paire est constituée de deux chromosomes dédoublés, un court rouge et un court bleu.

La couleur rouge représente une origine parentale, paternelle ou maternelle, et la couleur bleue, l'autre origine parentale, maternelle ou paternelle.

Continue à disposer les chromosomes dans les autres cases; n'oublie pas que la séquence est continue et constitue les images successives d'un film fixe.

Le choix des deux possibilités se fait en (3); il faut ensuite que la disposition des chromosomes soit logique de 4a à 5a à 6a, ou de 4b à 5b à 6b.

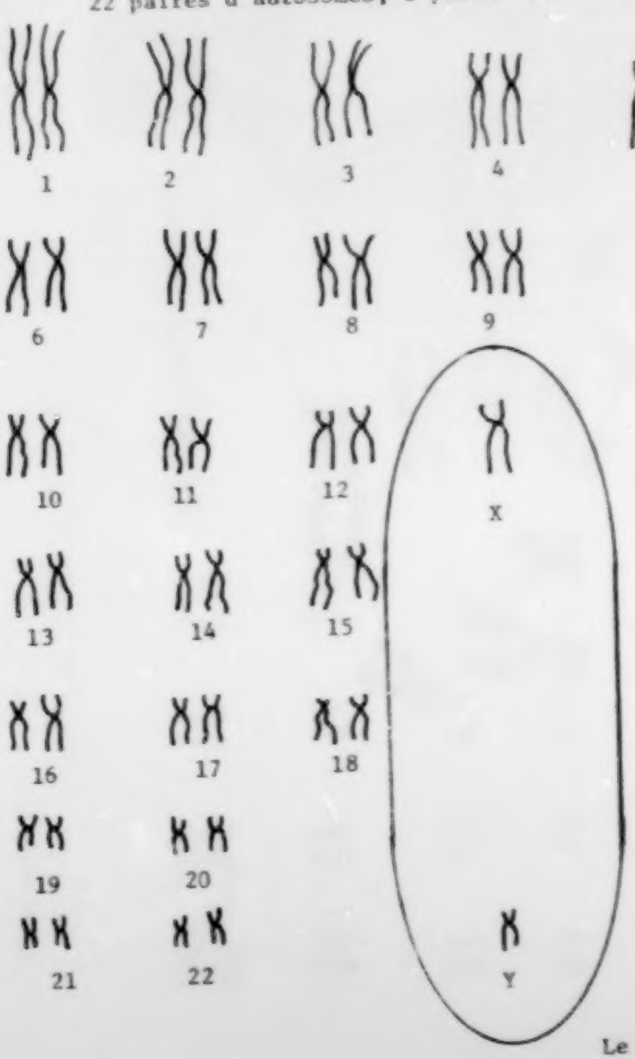
Quand tu auras terminé, fais vérifier ton travail par le professeur-consultant. Puis dessine sur les feuilles de ton cahier les figures de la méiose que tu as construites; représente les chromosomes par un trait et le centromère par un petit cercle; utilise, pour ce faire, des couleurs différentes, comme le rouge et le bleu.

CHROMOSOMES DISPERSES

CARYOTYPES DE L'HOMME ET DE LA FEMME

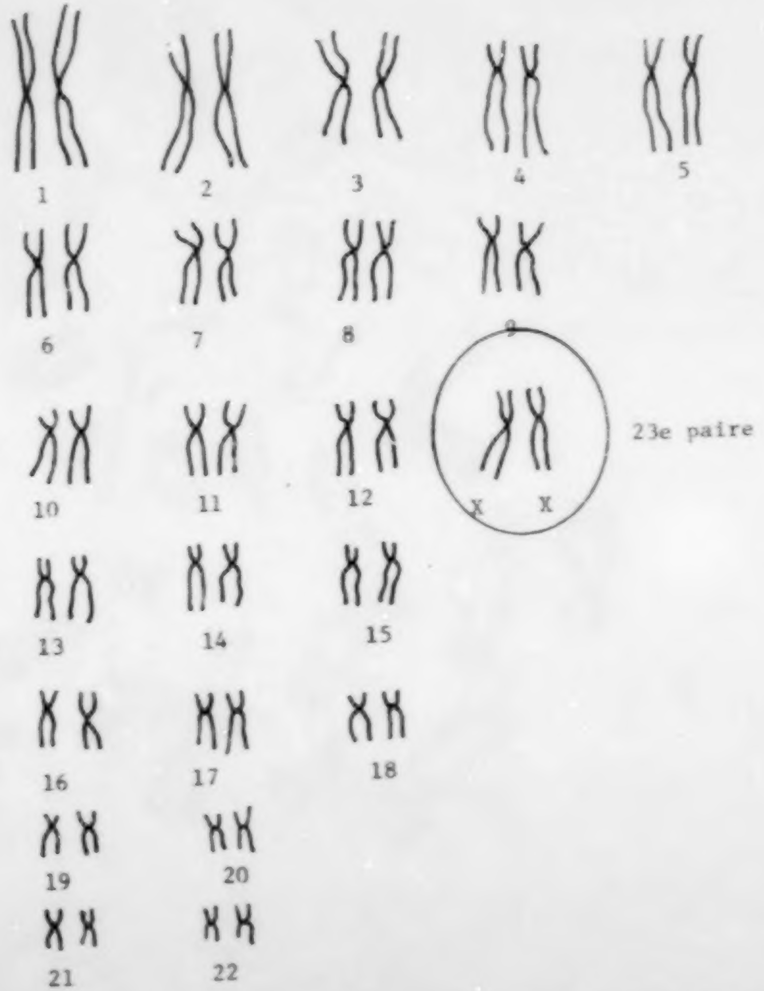
Caryotype de l'homme:

22 paires d'autosomes, 1 paire d'hétérochromosomes.



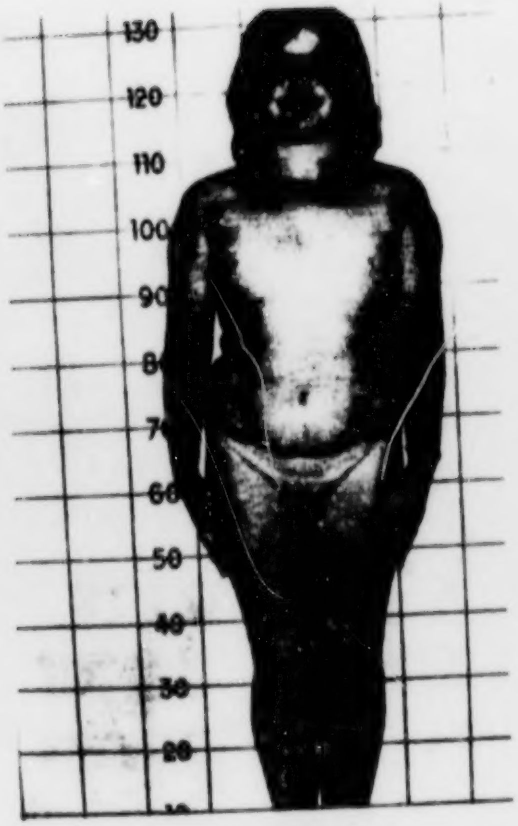
Caryotype de la femme:

22 paires d'autosomes, 1 paire d'hétérochromosomes.

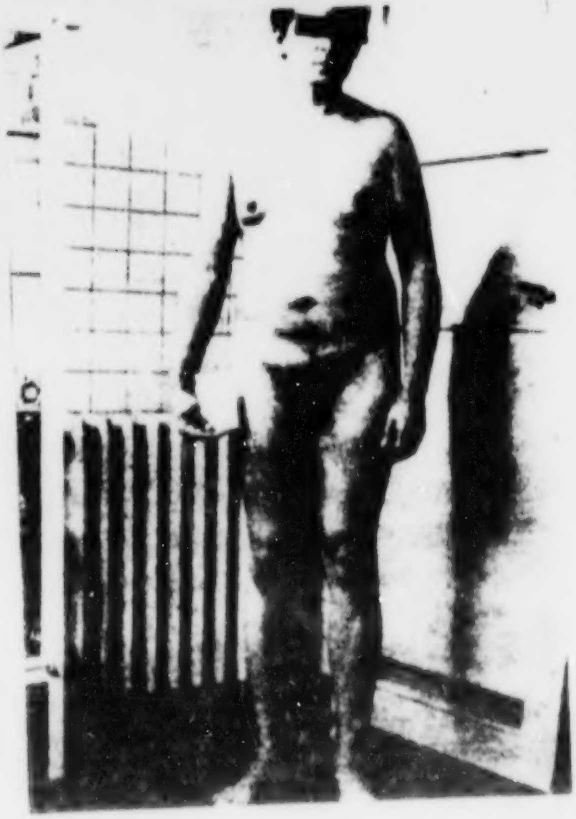


Le facteur de grossissement est légèrement plus grand pour le caryotype de la femme que pour celui de l'homme.

SYNDROME DE TURNER (XO)



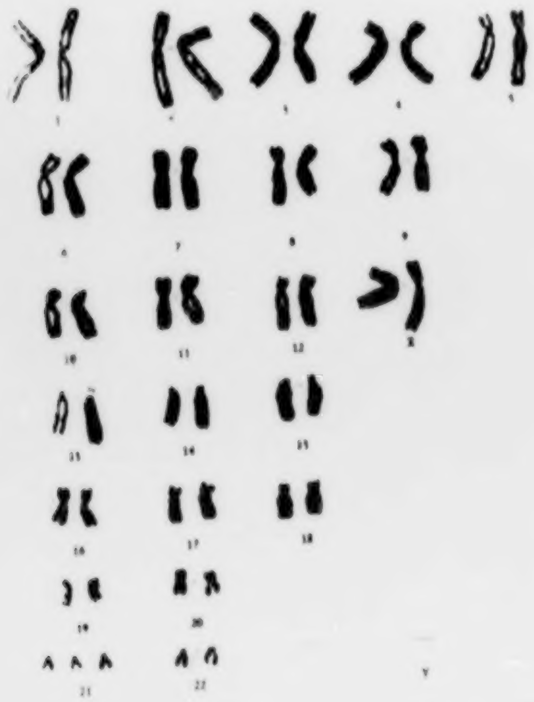
SYNDROME DE KLINEFELTER (XXY)



Mini-cours 7

LES GLOBULES ROUGES NORMAUX

SYNDROME DE DOWN (mongolisme): TRISOMIE 21



(les CD3 et CD4 sont tirés de Rostand, Jean et Tétry, Andrée, L'Homme Initiation à la biologie, © 1972, pp. 290, 292, 287. Reproduit avec la permission de la Société des Gens de Lettres de France pour la Librairie Larousse (Canada) Ltée)

Mini-cours 7

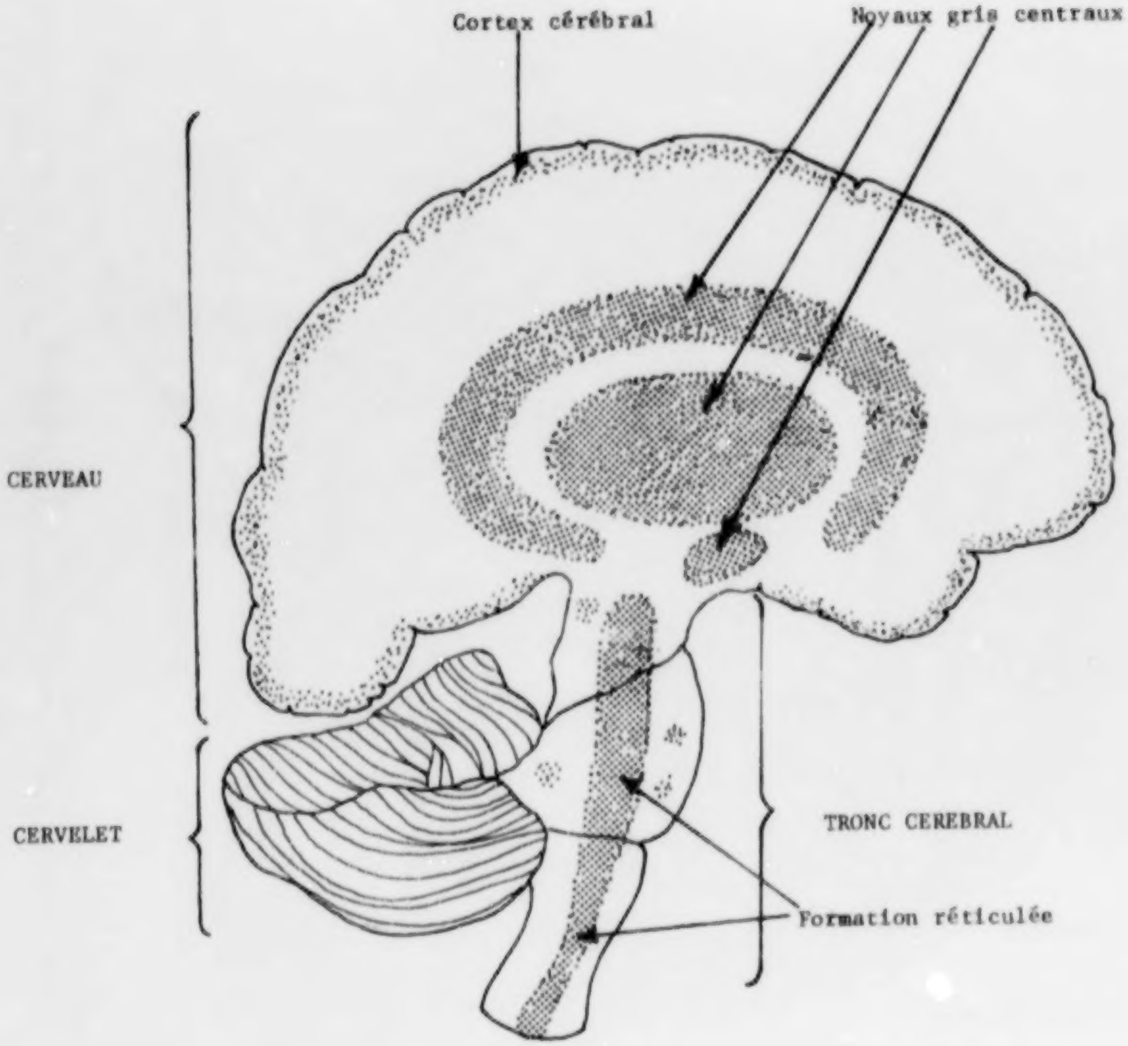
LES GLOBULES ROUGES NORMAUX

Mini-cours 7

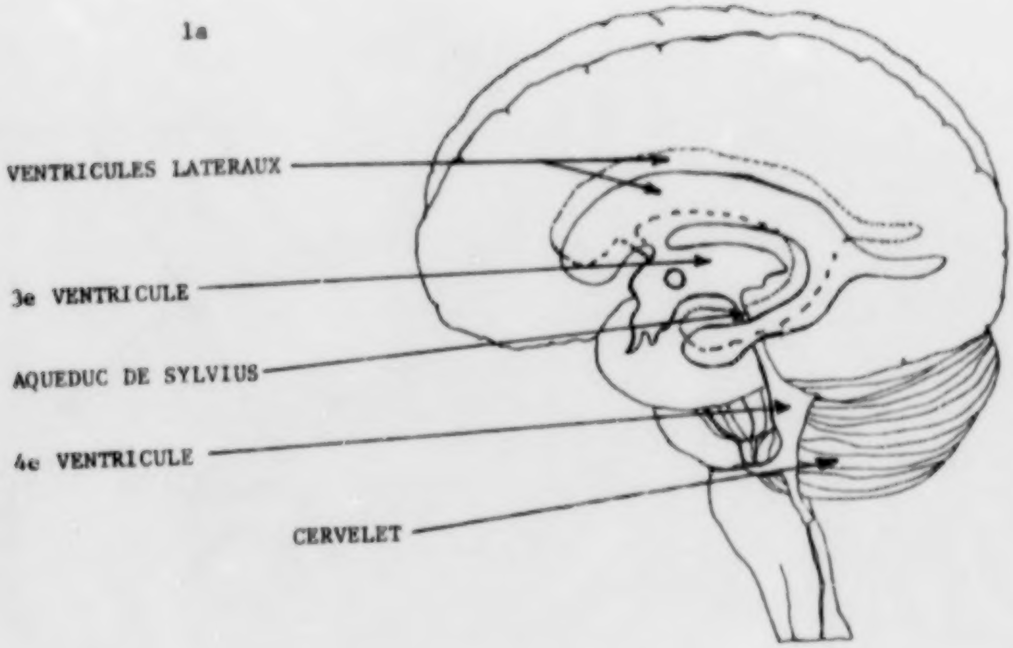
LES GLOBULES ROUGES EN FORME DE FAUCILLE

(tiré de Rostand, Jean et Tétry, Andrée, L'homme, Initiation à la Biologie, © 1972, p. 256. photos 1 et 2. Reproduit avec la permission de la Société des Gens de Lettres de France pour la Librairie Larousse (Canada) Ltée)

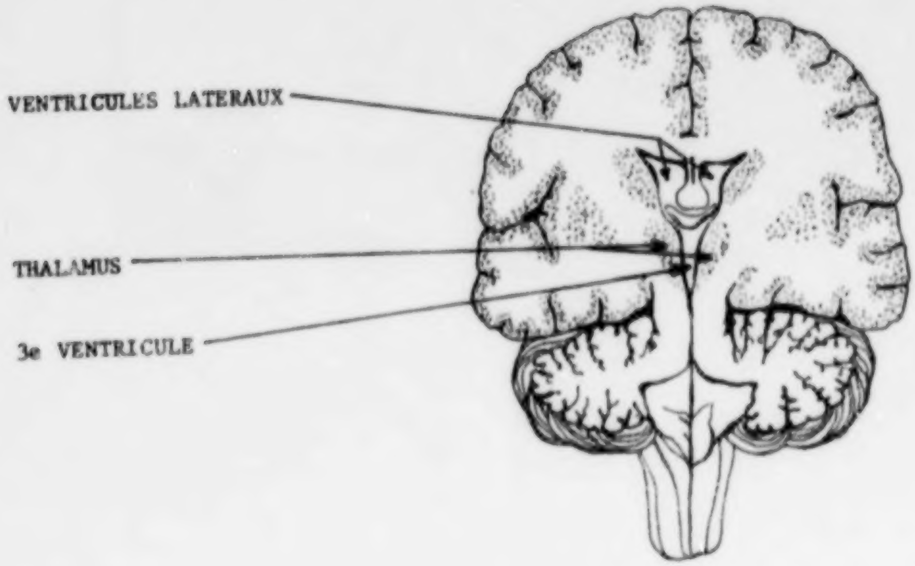
LES GRANDES PARTIES DE L'ENCEPHALE



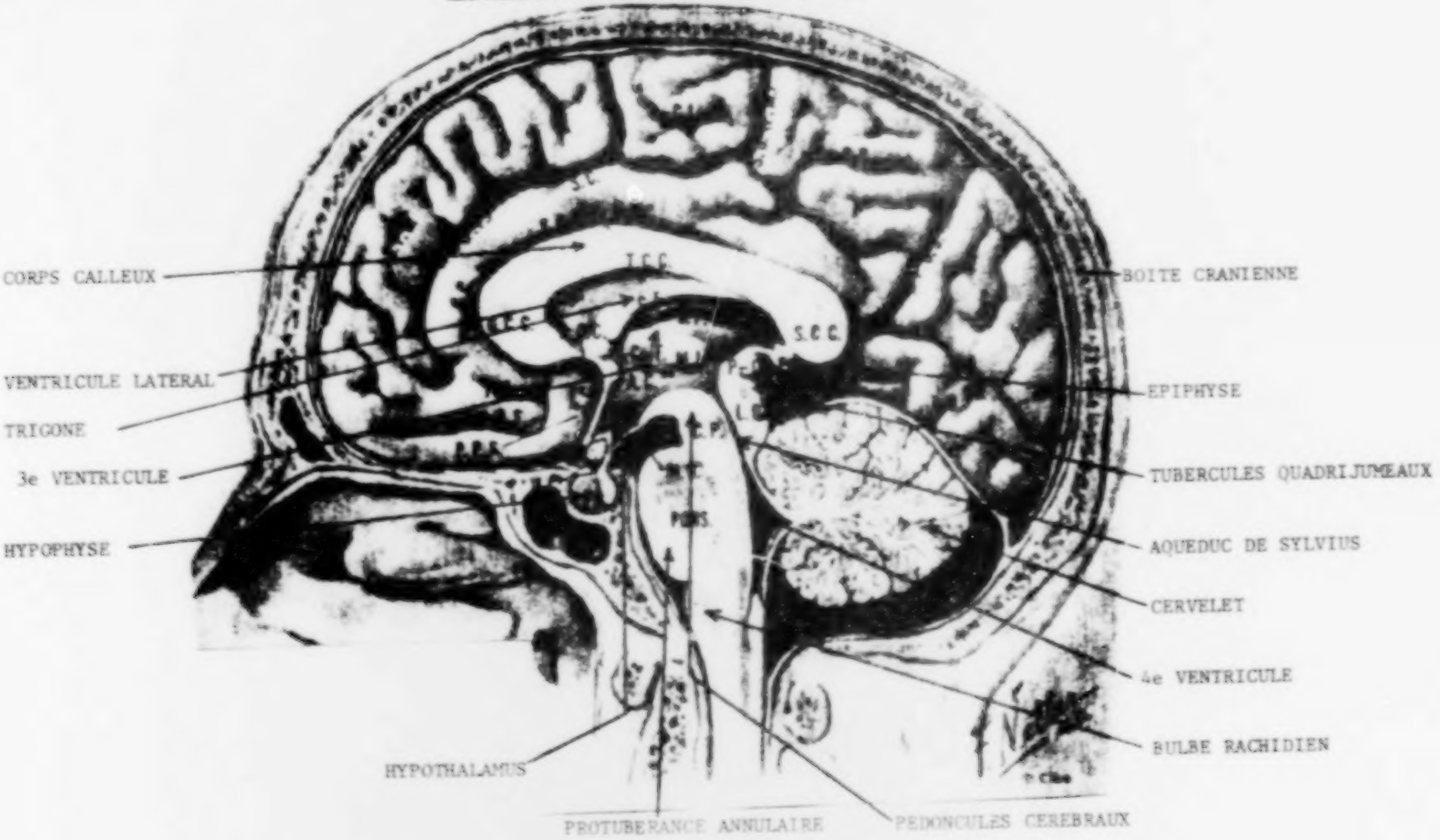
1a


VENTRICULES LATERAUX
3e VENTRICULE
AQUEDUC DE SYLVIUS
4e VENTRICULE
CERVELET

1b

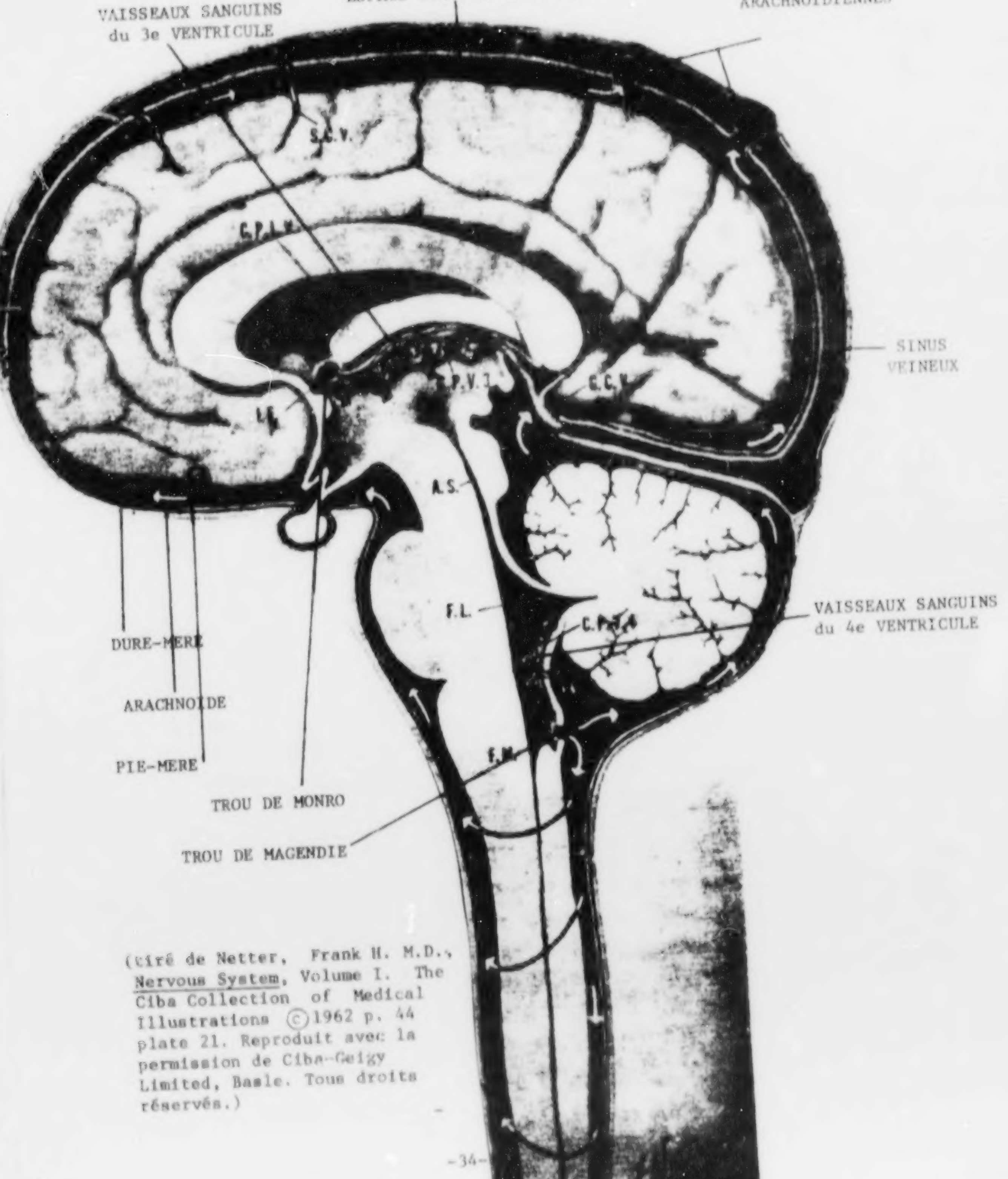

VENTRICULES LATERAUX
THALAMUS
3e VENTRICULE

L'ENCEPHALE DANS LA BOITE CRANIENNE



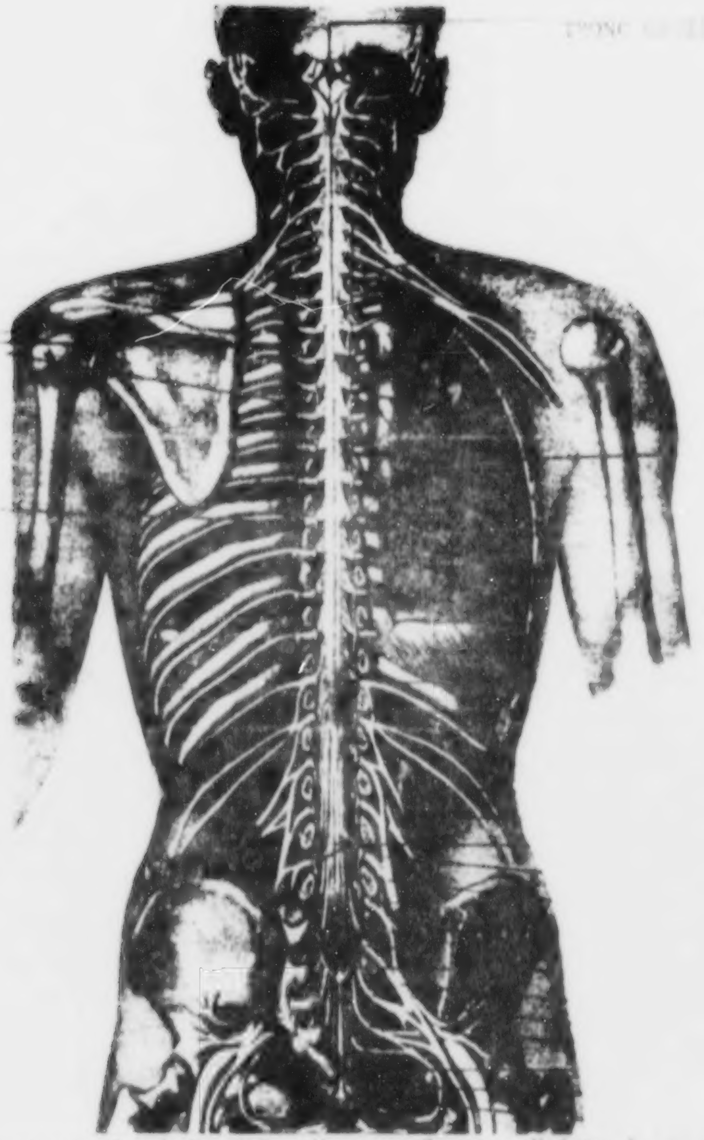
(tiré de Netter, Frank, H. M.D., Nervous System, Volume I, The Ciba Collection Of Medical Illustrations
© 1962 p. 40 plate 18. Reproduit avec la permission de Ciba-Geigy Limited, Basle. Tous droits réservés)

ENCEPHALE AVEC LES MENINGES



(tiré de Netter, Frank H. M.D., Nervous System, Volume I. The Ciba Collection of Medical Illustrations ©1962 p. 44 plate 21. Reproduit avec la permission de Ciba-Geigy Limited, Basle. Tous droits réservés.)

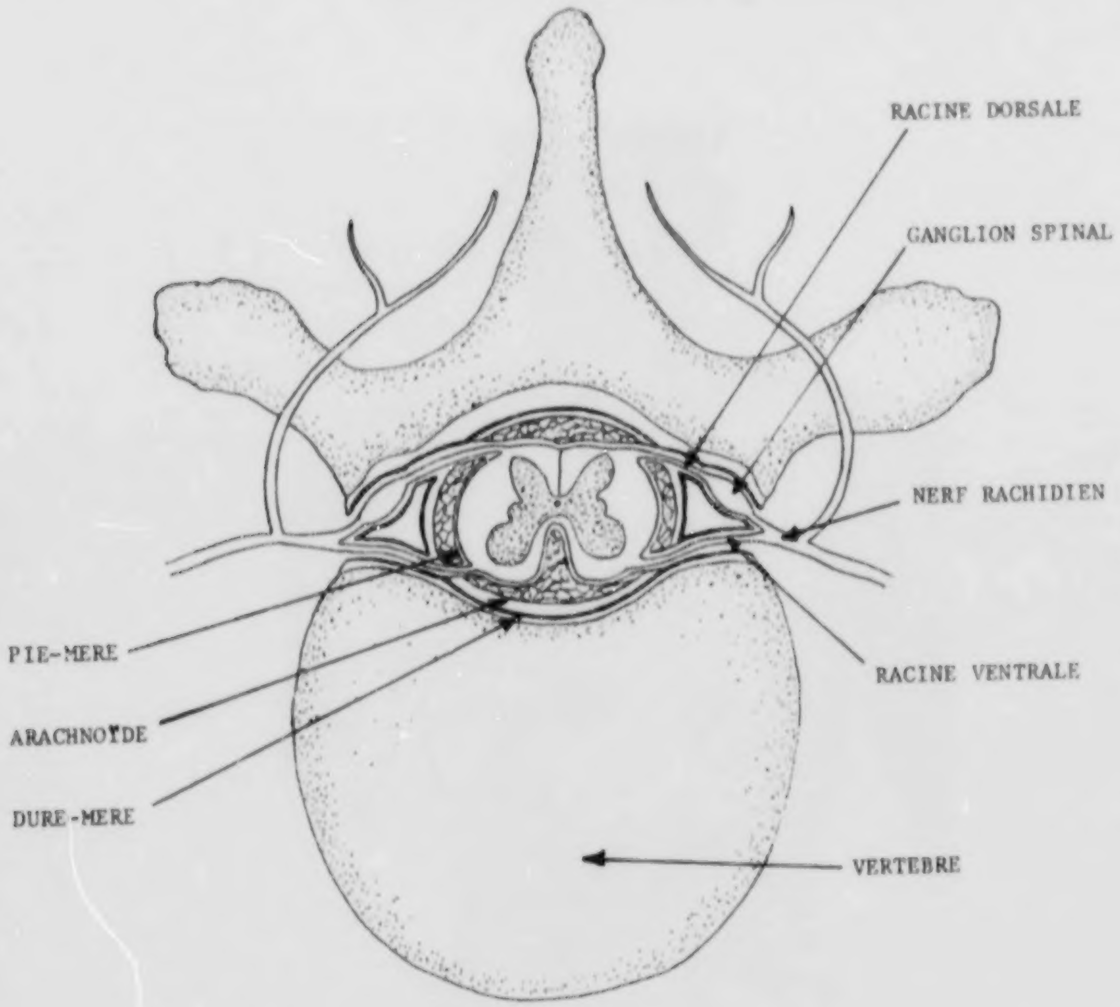
LA MOELLE EPINIERE (sa place)



(Tiré de Netter, Frank H. M.D., Nervous System, Volume I, The Ciba Collection of Medical Illustrations (c) 1962 p. 49 plate 26. Reproduit avec la permission de Ciba-Geigy Limited, Basle. Tous droits réservés.)

Mini-cours 8

Coupe transversale de la moelle épinière.



MODELE DE LA MOELLE EPINIERE

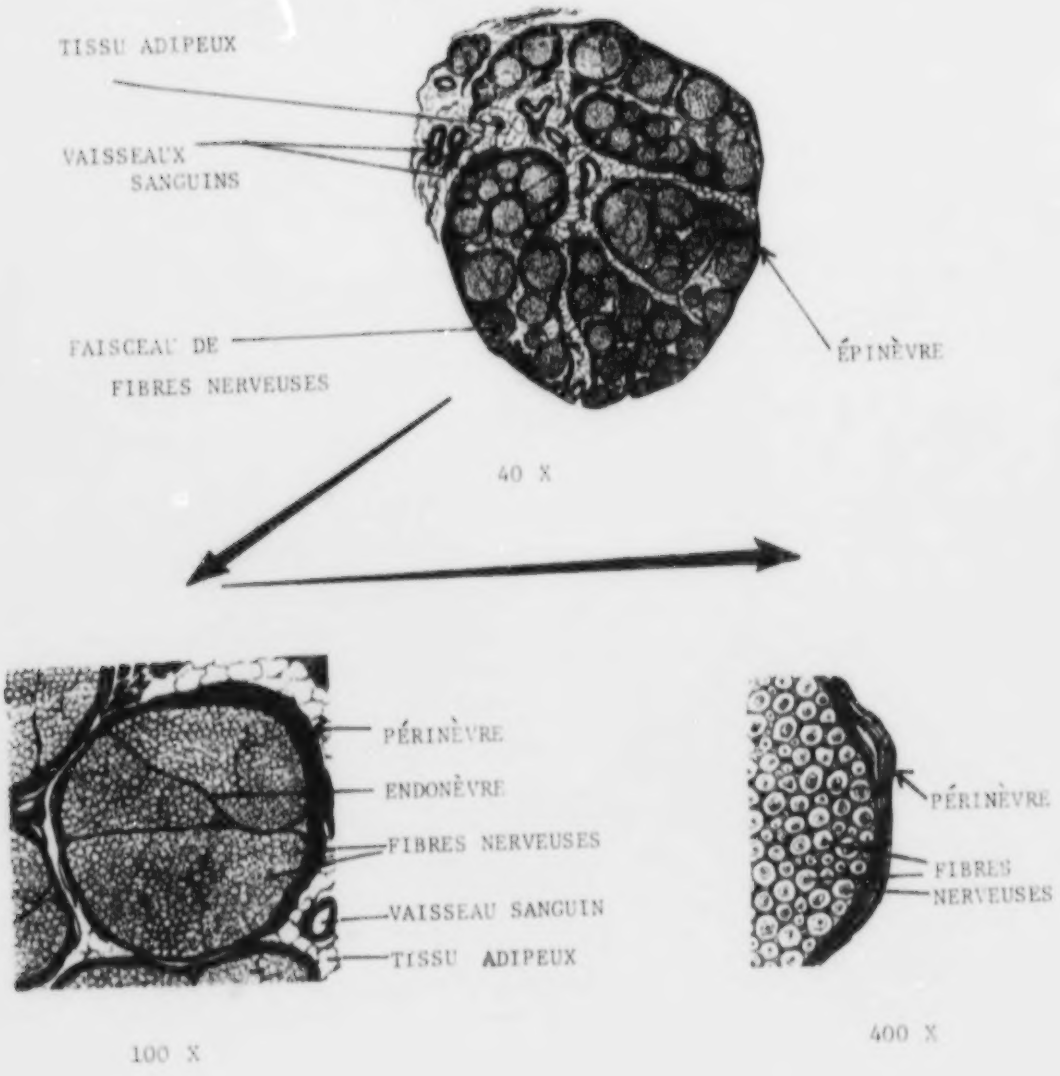
A. Coupe transversale de la moelle épinière.

1 - 3 - 4. Substance grise
2. Corne antérieure de la substance grise
2a. Corne postérieure de la substance grise
5. Racine antérieure (sur le côté du modèle)
6. Racine postérieure (sur le côté du modèle)
7. Substance blanche
8. Sillon antérieur de la moelle épinière
9. Sillon postérieur de la moelle épinière
9a. Canal de l'épendyme (très étroit, contient du liquide céphalo-rachidien)

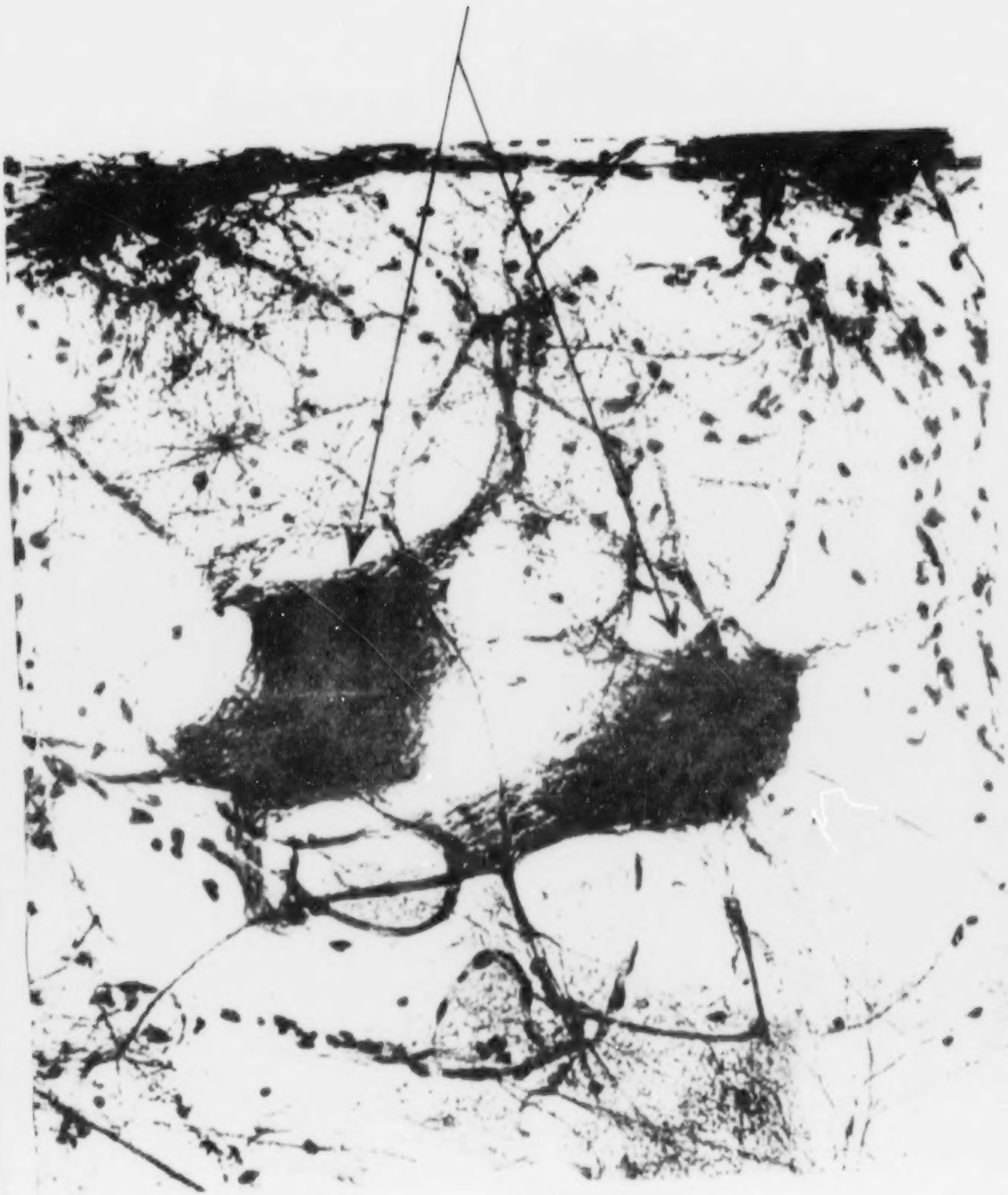
B. Moelle épinière et nerfs rachidiens.

12 - 14 - 17 - 18. Substance grise
22. Cordon antérieur de la substance blanche; portion de la substance blanche comprise entre le sillon antérieur et la racine antérieure. Il y a deux cordons antérieurs, le droit et le gauche.
23. Cordon latéral de la substance blanche; portion comprise entre les deux racines. Il y a aussi deux cordons latéraux.
24. Cordon postérieur de la substance blanche; portion comprise entre le sillon postérieur et la racine postérieure.
21. Ganglion spinal. Il se trouve sur le trajet de la racine postérieure près de sa jonction avec la racine antérieure pour former le nerf rachidien.

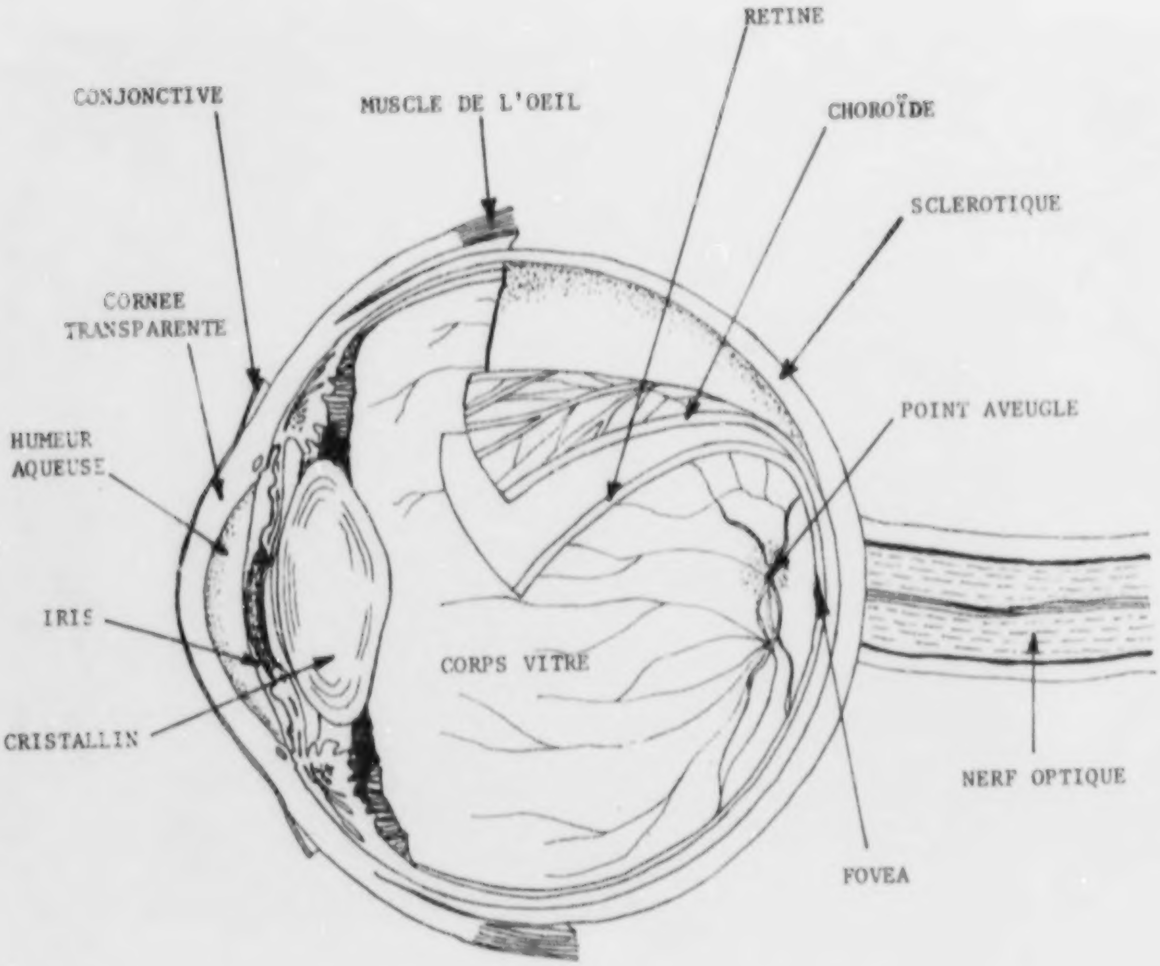
LE NERF : COUPE TRANSVERSALE



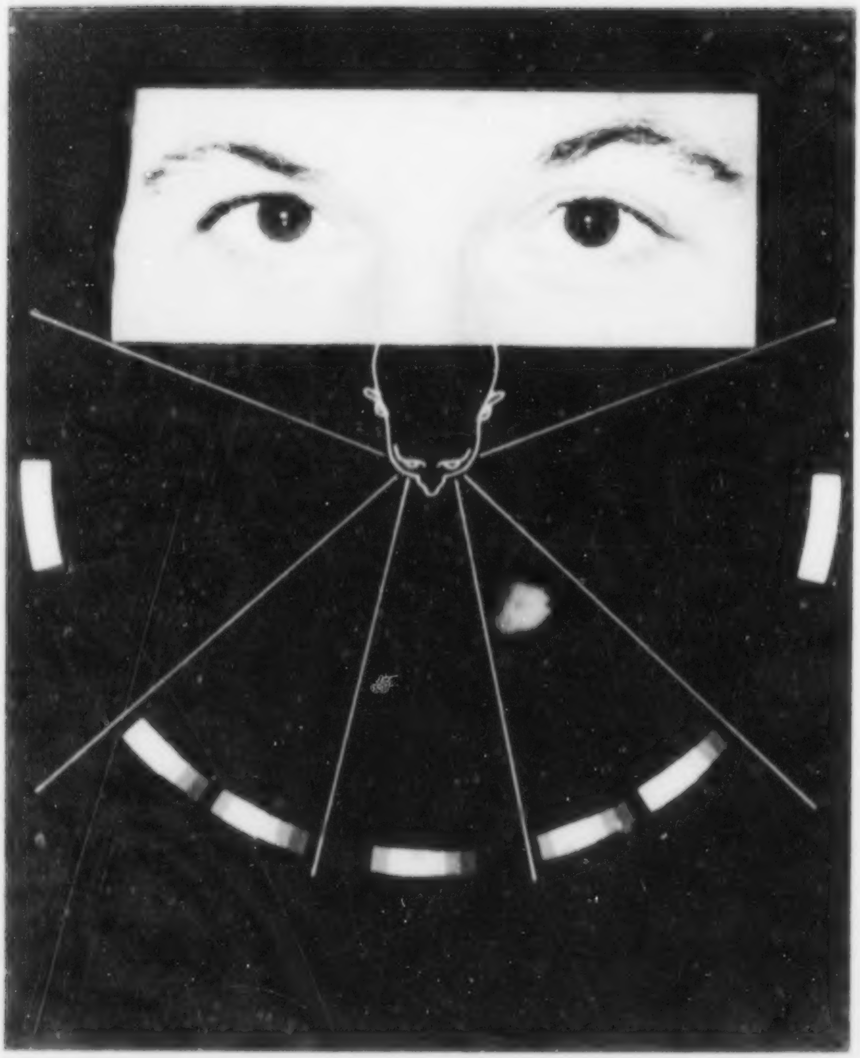
LE NEURONE



L'OEIL EN COUPE



[illegible]



Dans la partie centrale du champ visuel, nous percevons toutes les couleurs; en s'éloignant du centre, le vert cesse le premier d'être perçu, puis le jaune et le rouge, enfin le bleu et le violet. Sur les côtés, nous ne percevons aucune couleur.

(Tiré de: [illegible], Connaissance de l'homme, [illegible] ⓒ 1972, p. [illegible]
Reproduit avec la permission de la Société [illegible] [illegible])

REPRODUCTION DES COULEURS

La reproduction des couleurs au moyen de trois couleurs fondamentales et du noir est un procédé appelé quadrichromie. [illegible] le vert, [illegible] essentiellement au moyen du bleu et du jaune; l'orange [illegible] du jaune et du rouge; le mauve au moyen du bleu et du rouge; le noir s'ajoute en proportion variable selon que la [illegible] ou moins foncée.

(Tiré de: [illegible], André. [illegible], planche 13.)
[illegible]

PHOTOGRAPHIE PRODUITE AVEC DEUX TRAMES DIFFERENTES

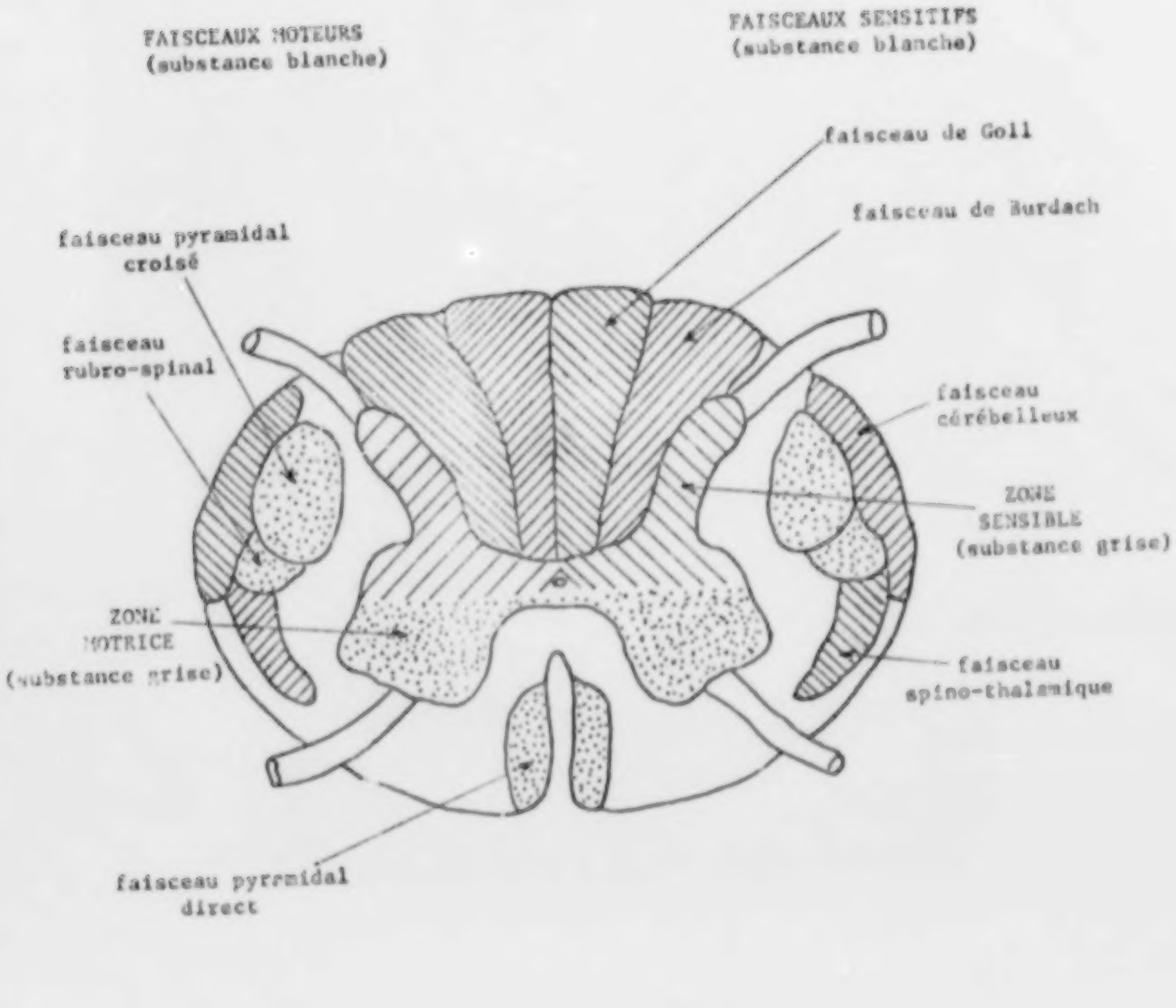
TRAME FINE (papier à grain fin) TRAME GROSSIERE (papier à grain plus gros)

A gauche, la trame est très fine et ne peut se distinguer à l'oeil nu, mais elle est visible à la loupe. A droite, la trame est beaucoup plus grosse: si on éloigne la photo des yeux, elle devient moins gênante et l'on reconnaît alors le sujet de la photographie, mais il n'est pas aussi net et précis que sur le cliché reproduit avec la trame fine.

(tiré de : Gribenski, André. Connaissance de l'homme. Focus International. © 1972, p..158. figure 18. Reproduit avec la permission de la Société des Gens de Lettres de France, pour les Editions Bordas.)

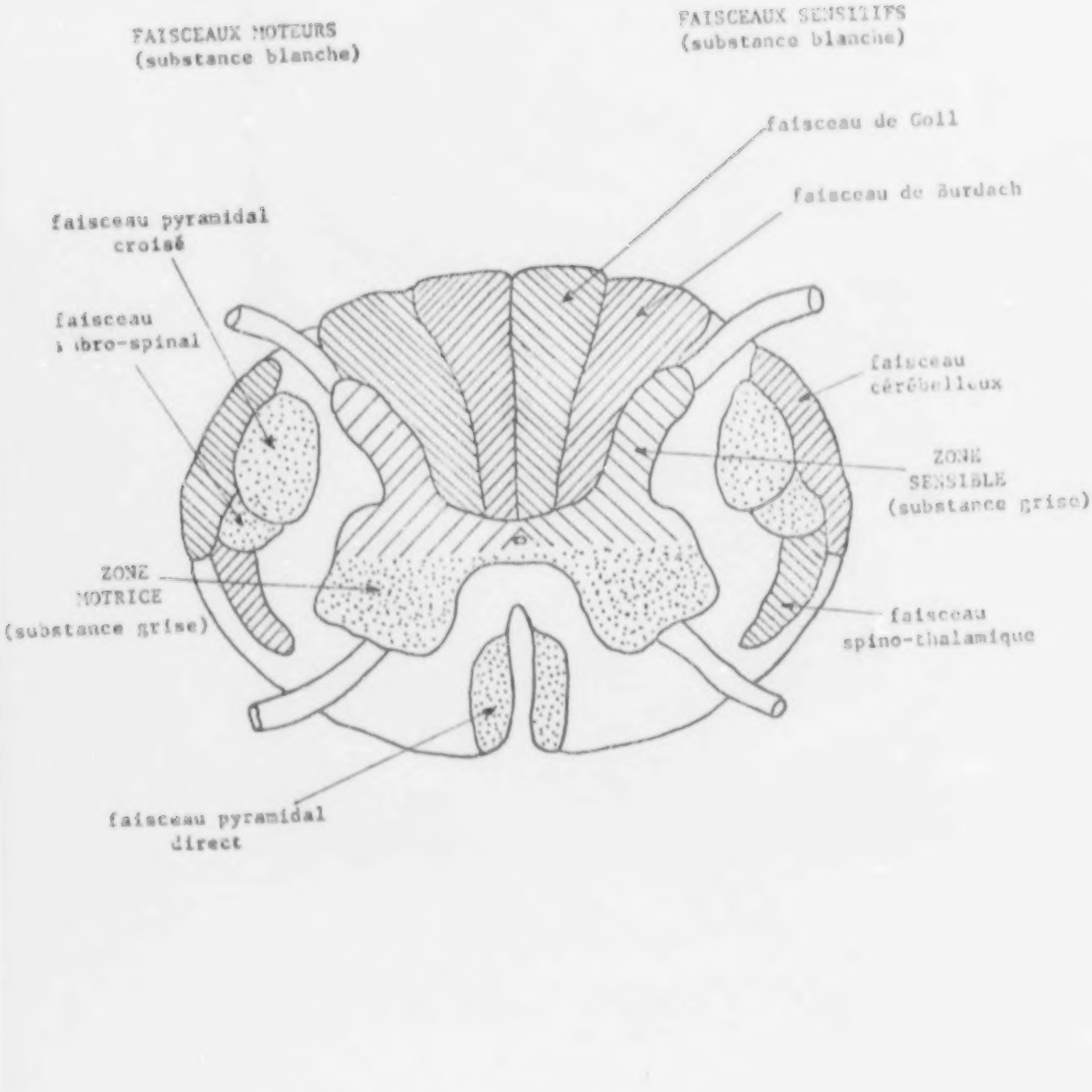
Mini-cours 9

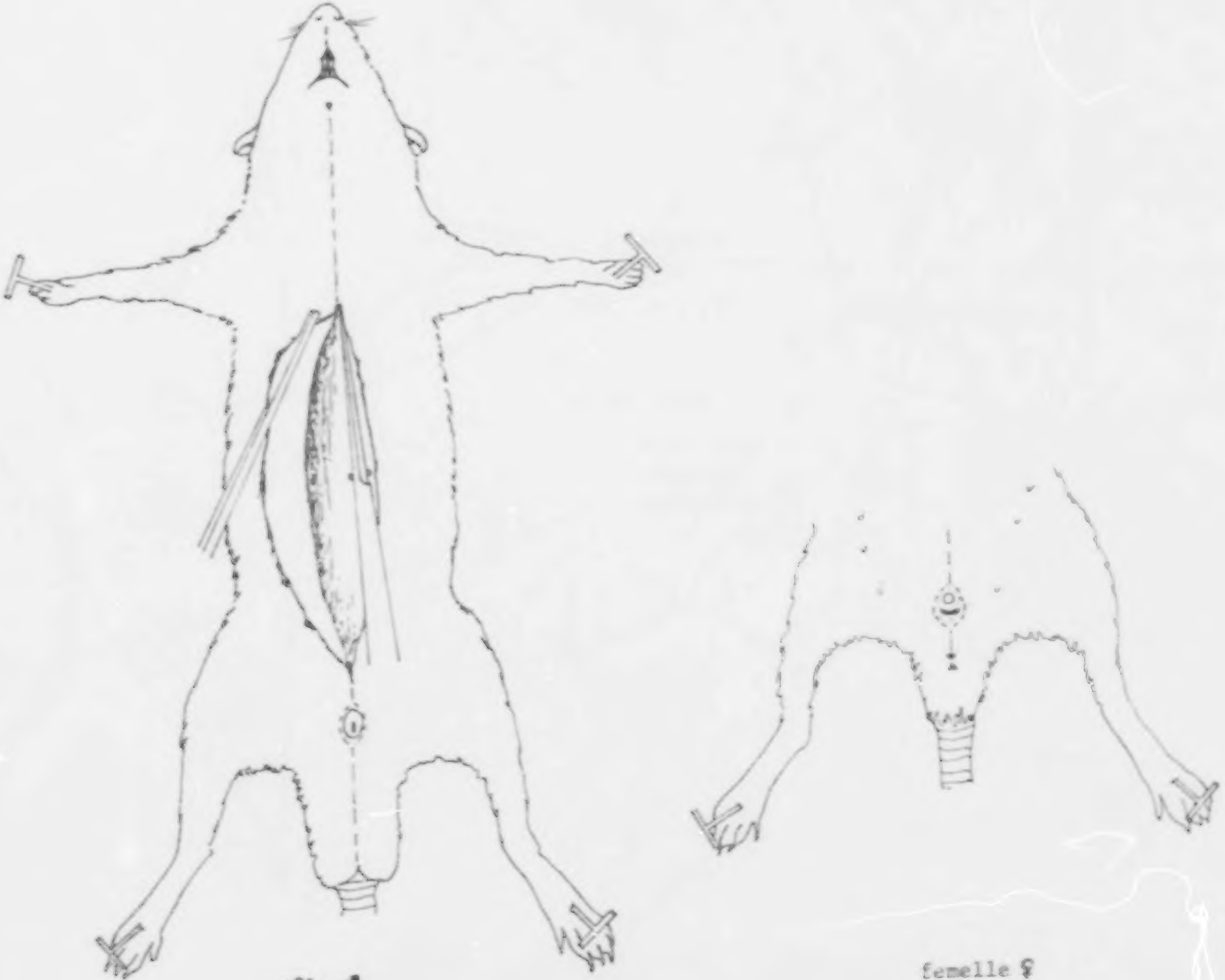
SYSTEMATISATION DE LA MOELLE



Tiré de Netter, Frank H. M.D., Nervous System, Volume 1, The Ciba Collection of Medical Illustrations. © 1983 p. 75 plate 59. Reproduit avec la permission de Ciba-Geigy Limited, Basle. Tous droits réservés.

SYSTÉMATISATION DE LA MOELLE





mâle ♂ femelle ♀

Figure 1

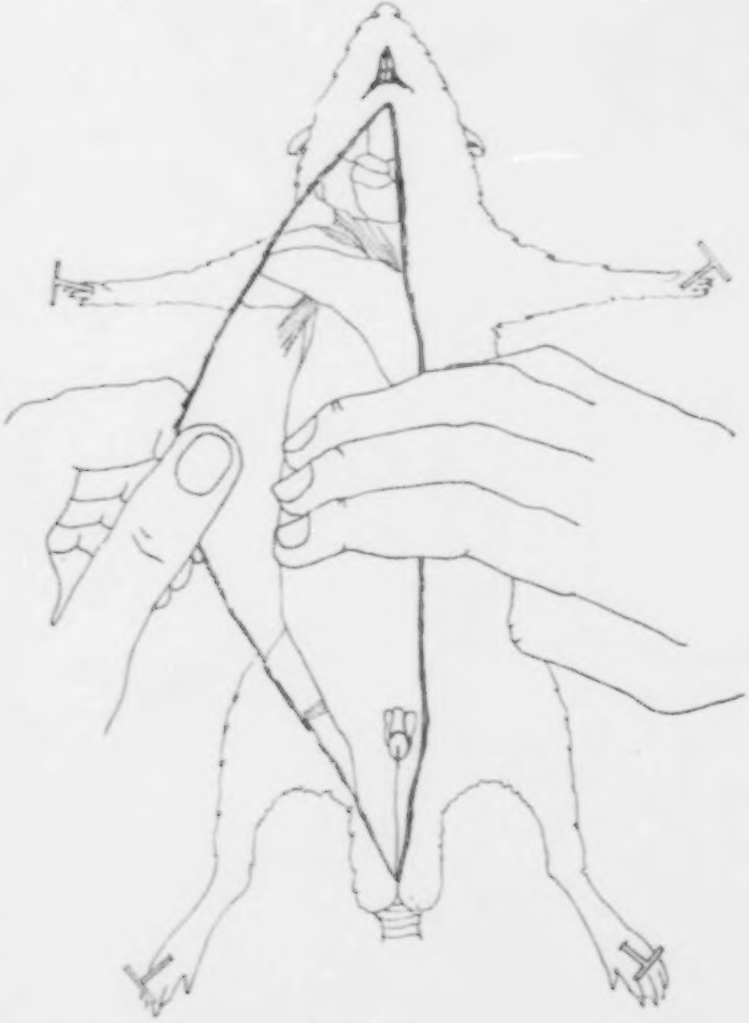


Figure 2

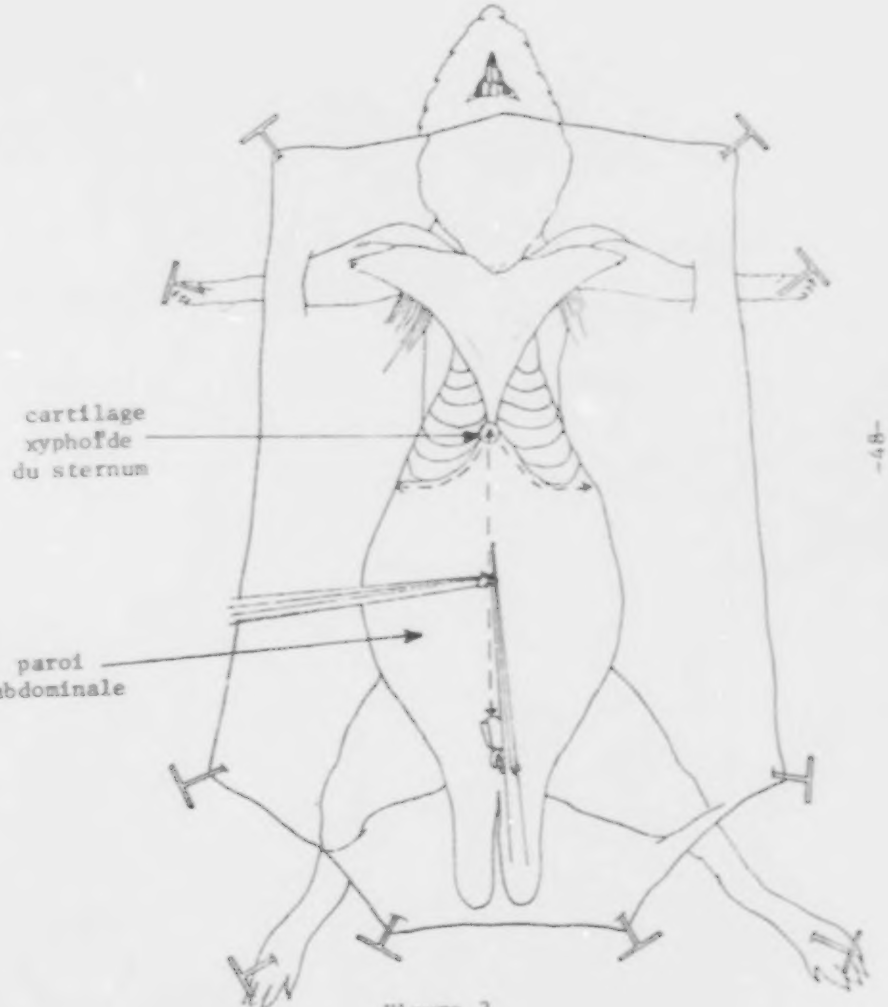


Figure 3

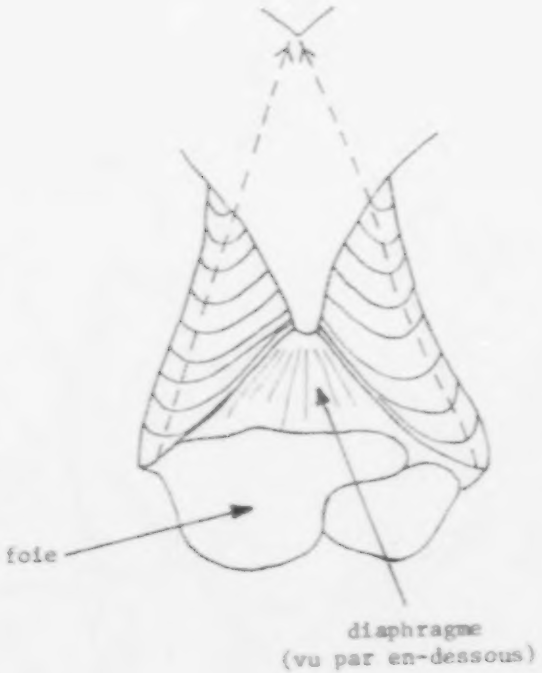


Figure 4

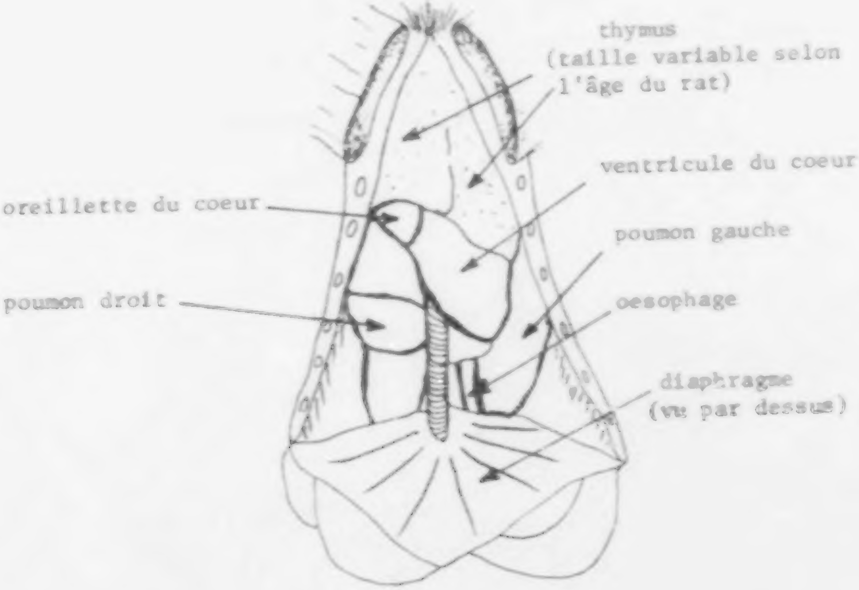


Figure 5

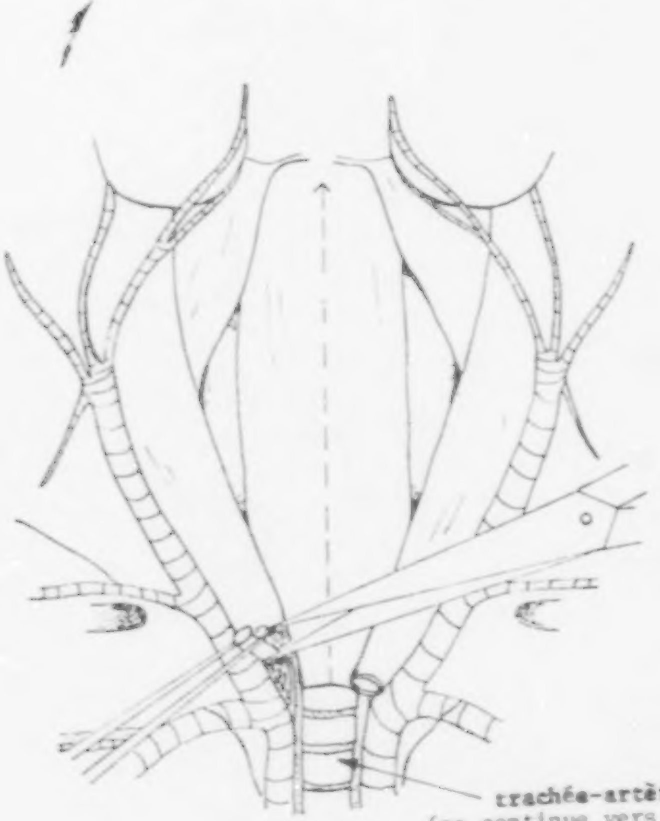


Figure 6

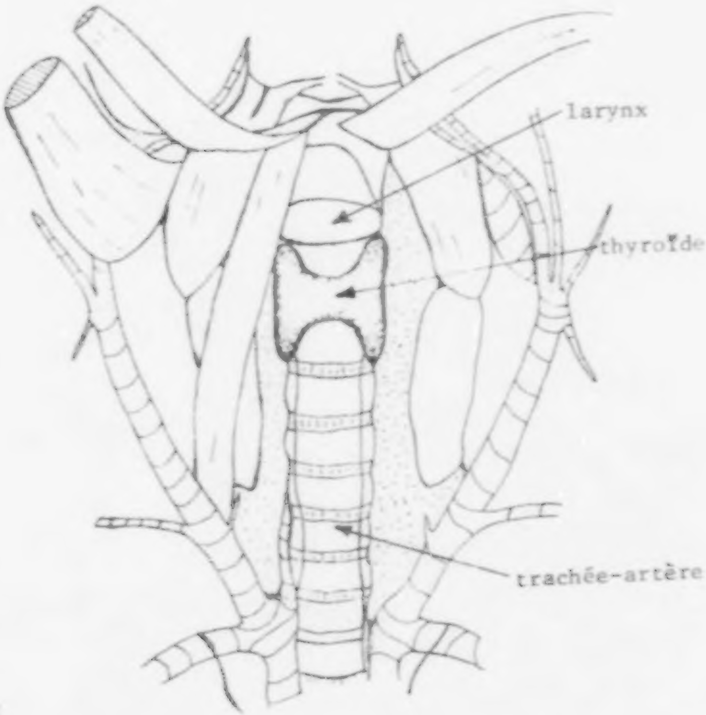


Figure 7

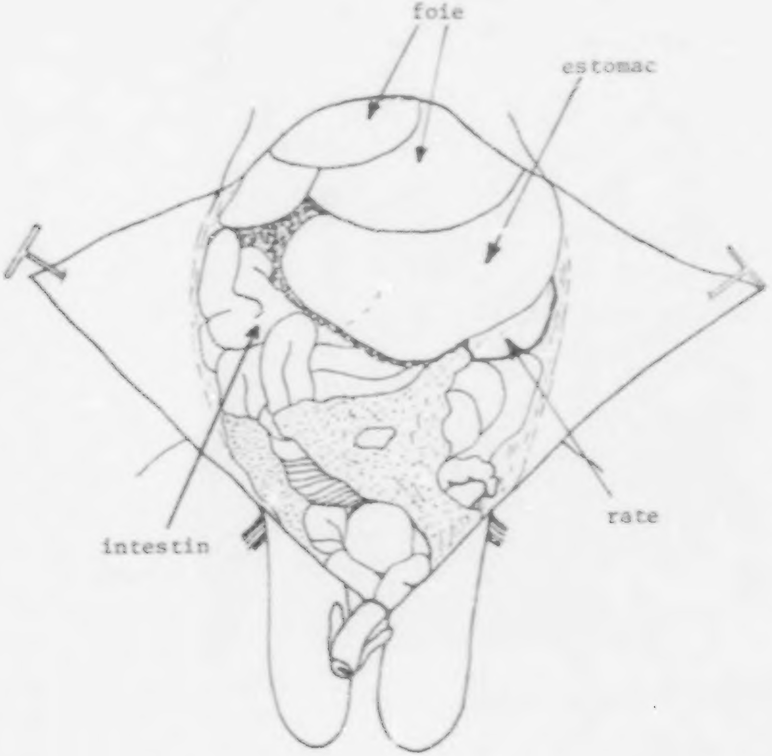


Figure 8

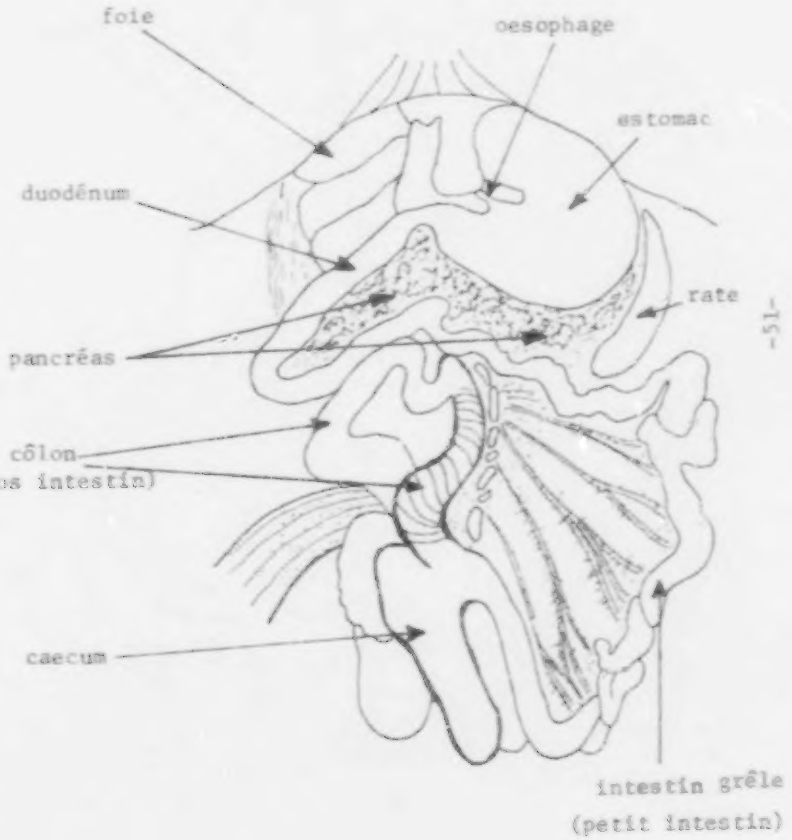


Figure 9

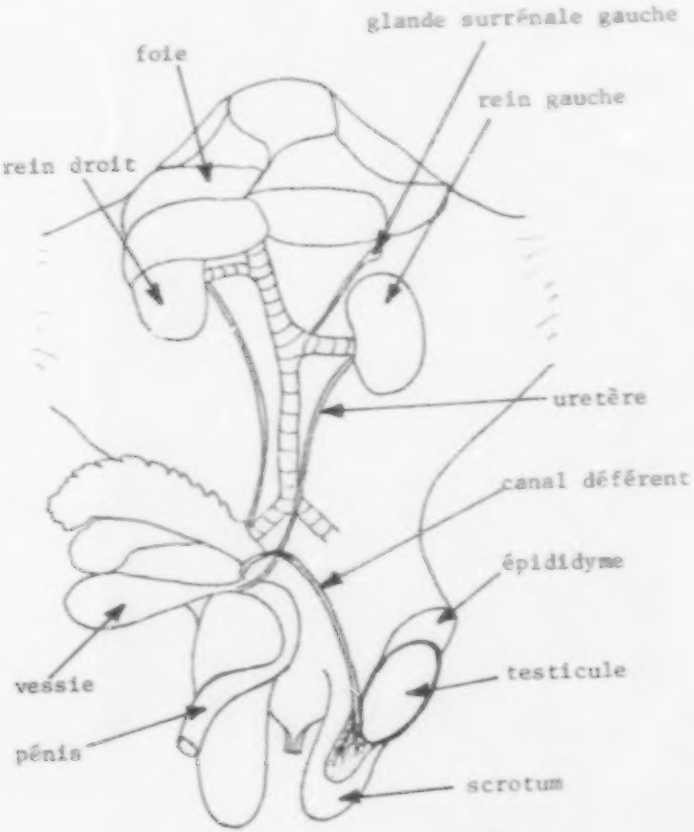


Figure 10 ♂

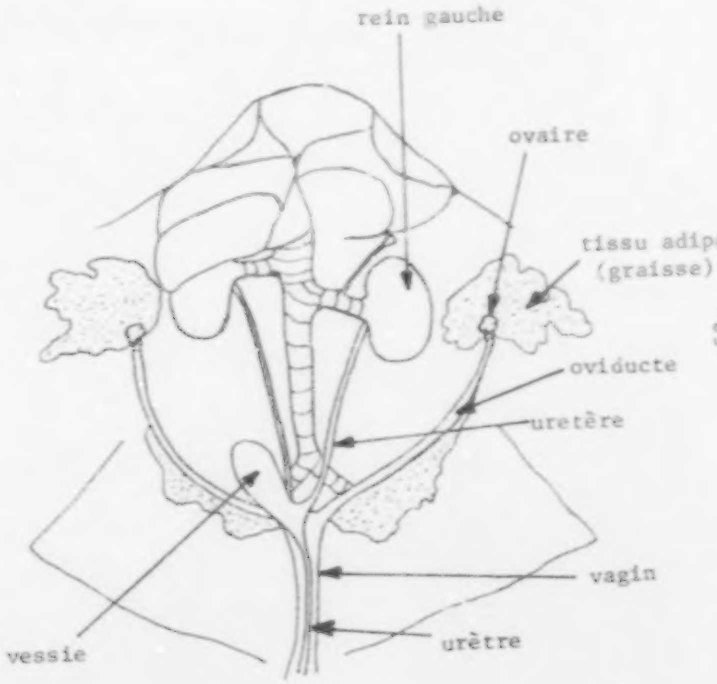
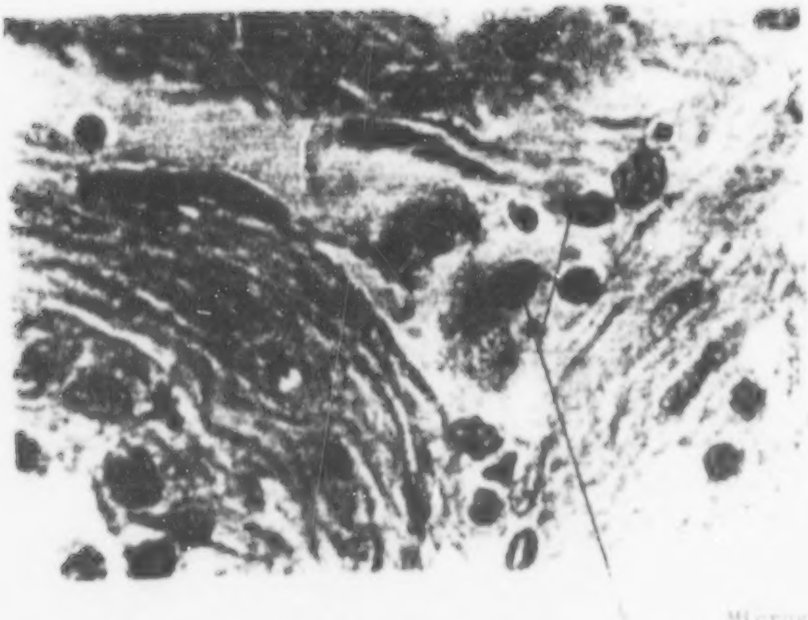


Figure 11 ♀

40 X

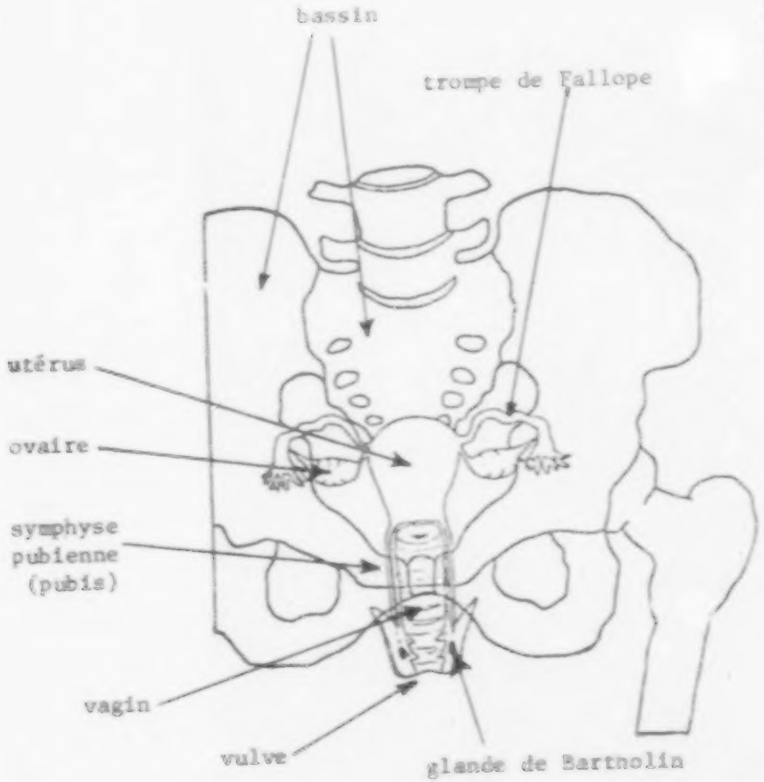


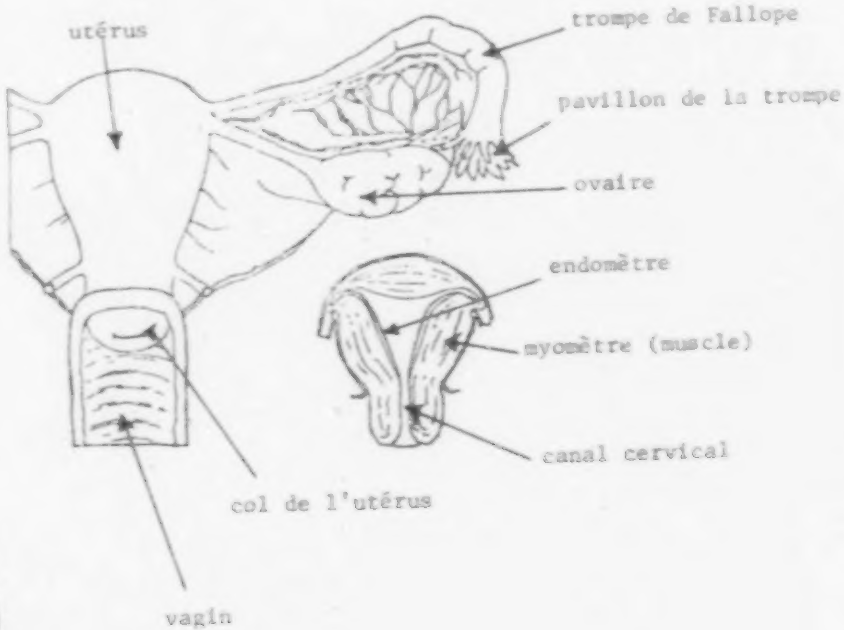
Micrographie 1

10 X

Micrographie 2

APPAREIL GENITAL FEMININ





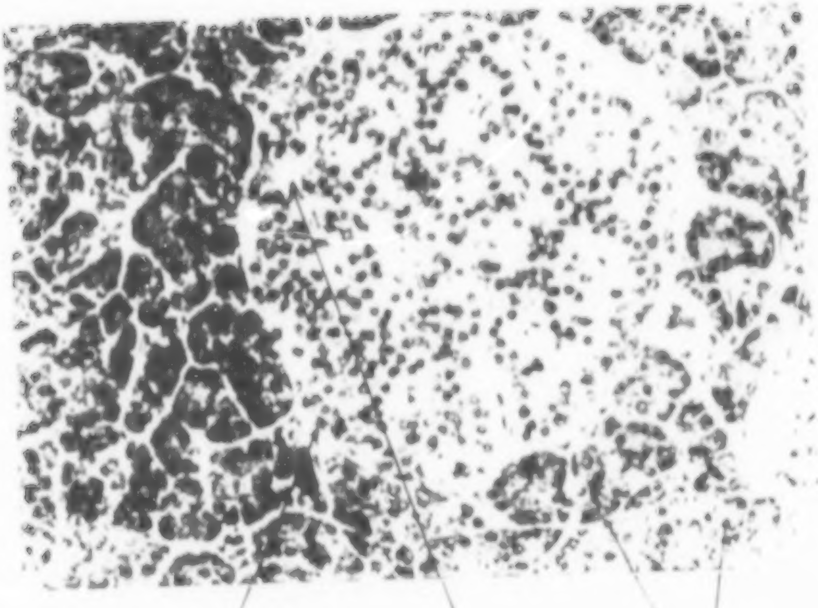
HISTOLOGIE DE L'OVAIRE

Micrographie 3

HISTOLOGIE DU PANCREAS

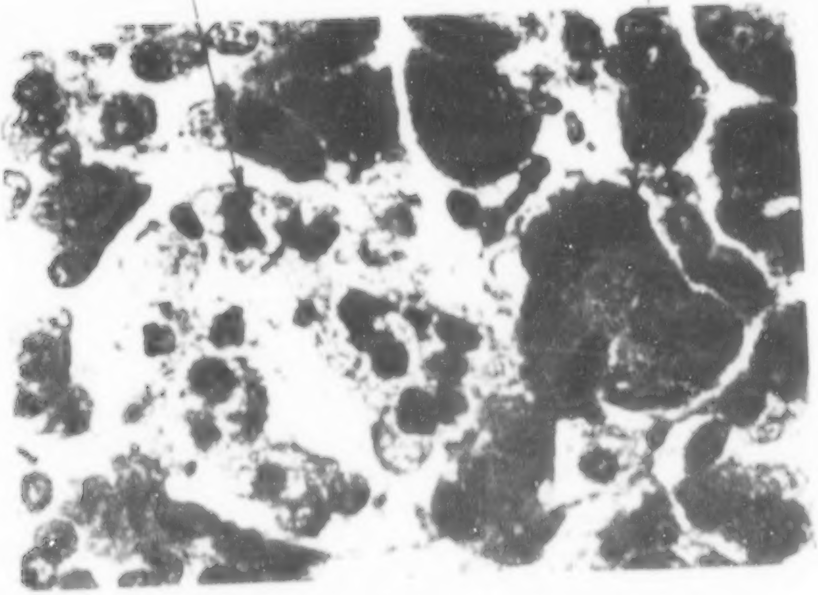
Micrographie 4

10 X

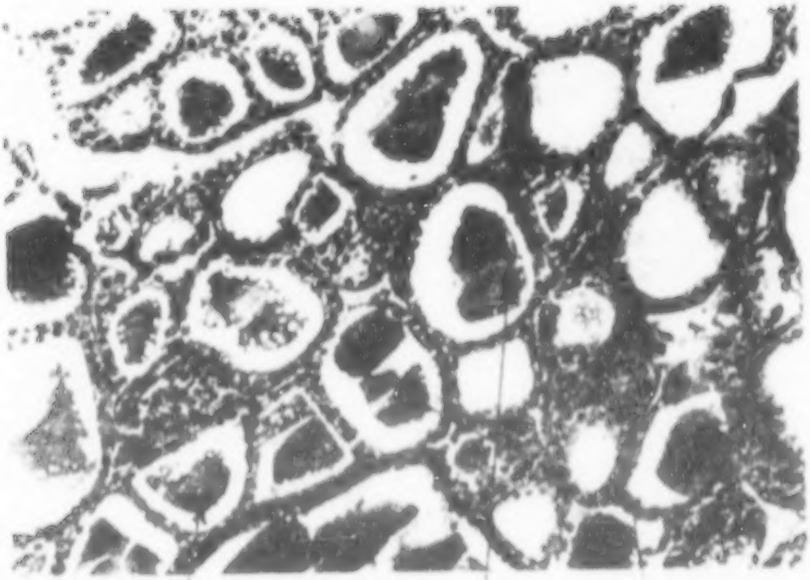


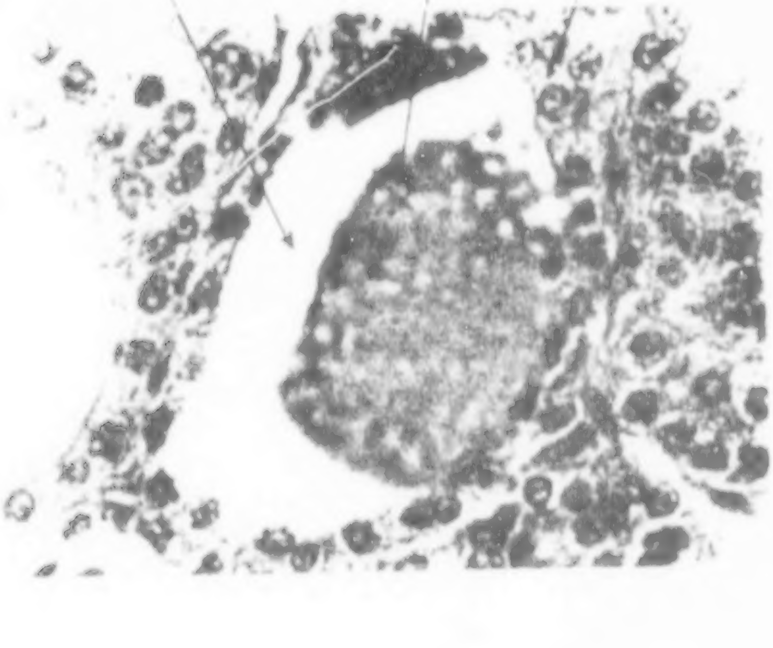
Micrographie 5

40 X



HISTOLOGIE DE LA THYROÏDE





NANISME ET GIGANTISME HYPOPHYSAIRE

PHOTO MONTRANT DE FACON COMPARATIVE
UN HOMME ATTEINT DE GIGANTISME ET
UN AUTRE ATTEINT DE NANISME HYPOPHYSAIRE

Pendant la période de croissance, le fonctionnement anormal de l'hypophyse produit quelquefois des résultats tragiques. Voici des cas extrêmes: suivant que la glande sécrète trop ou pas assez de STH, le malade prend les proportions d'un géant (7 pi. 7 po.) ou d'un nain (3 pi.). Le nain hypophysaire est proportionné et possède une intelligence normale.

ACROMEGALIE

Cette photo représente la même femme à l'âge de 9, 16, 33 et 52 ans. Un excès d'hormone somatotrope après la période de croissance, ne pouvant plus permettre l'allongement des os, produit un épaississement des os et une hypertrophie des autres organes; le corps et le faciès de l'individu sont déformés.

(tiré de Williams, Robert H., Textbook of Endocrinology © p. 74 fig. 2-28. Reproduit avec la permission des éditions W. B. Saunders Company)

CRETINISME

PHOTO D'ENFANT ATTEINT DE CRETINISME

"Crétin" âgé de $10 \frac{1}{2}$ ans. Taille: 30 po.

L'insuffisance de thyroxine pendant la croissance produit une forme de nanisme compliqué d'un défaut de développement général; le corps est difforme, les organes génitaux sont rudimentaires, souvent l'idiotie est complète: l'intelligence est à peine éveillée, l'arriération mentale est très accusée.

MYXOEDEME ACQUIS

Hypofonctionnement de la glande thyroïde qui survient chez l'adulte.
Il se produit une diminution du métabolisme avec infiltration par la lymphe de tous les tissus sous l'épiderme, ce qui produit un élargissement marqué de la face et de tout le corps.
Au point de vue psychologique, l'apathie caractéristique est due au ralentissement du métabolisme.

(tiré de Guyton, Textbook of Medical Physiology p. 913, figure 77-8. Reproduit avec la permission des éditions W. B, Saunders Company)

GOÎTRE EXOPHTALMIQUE

Hyperthyroïdisme accompagné d'une hypertrophie de la glande (goître).

Cette maladie est caractérisée par:

- des yeux exorbités (exophtalmie)
- une augmentation du métabolisme entraînant un amaigrissement marqué.
- une émotivité excessive.

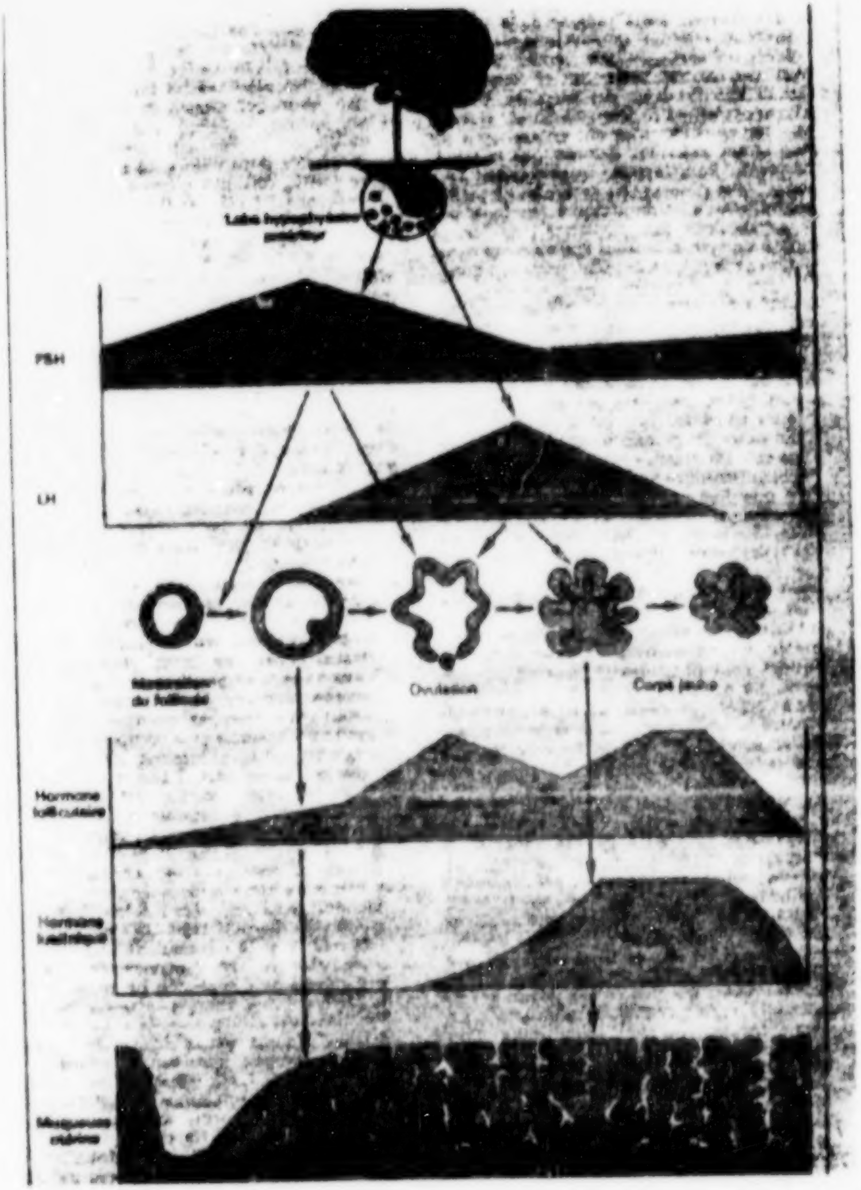
(tiré de Guyton, A.C., Physiologie de l'homme, traduit par J. Gontier © 1974 p. 447 figure 34-7. Reproduit avec la permission des Editions HRW Ltée)

LE CYCLE SEXUEL DE LA FEMME

HYPOPHYSE

OVAIRE

UTERUS



1er jour 14e jour 28e jour

(tiré de Ricard, Matthieu, Atlas de biologie, © 1970 p. 314. Reproduit avec la permission de la Société des Gens de Lettres de France pour la Librairie Stock et la Librairie Générale Française.)

DOCUMENTS EN DEMONSTRATION

BIOLOGIE HUMAINE I

101-921-75

Collège de Rosemont
Département de biologie

Ce cahier contient les reproductions des DOCUMENTS EN DEMONSTRATION auxquels réfèrent le Cahier de Travail de l'étudiant et le Guide sonore d'un mini-cours. Les listes de matériel identifient ces documents par le sigle DE.

Il s'agit de photos, de schémas, de guides d'utilisation, etc., constituant des montages originaux faits au département de biologie du Collège de Rosemont.

Certains de ces documents en démonstration n'ont pas été reproduits pour faire partie de ce cahier. Les uns ne sont pas absolument nécessaires à la compréhension du mini-cours concerné; la reproduction des autres s'est avérée impossible ou trop onéreuse à faire. Une brève description des documents manquants permet de voir leur utilité dans le déroulement du mini-cours.

Les modèles et les cartes murales qui sont utilisés en démonstration sont indiqués dans les listes de matériel. Ils sont connus de tous les professeurs de biologie et disponibles chez les compagnies spécialisées en matériel didactique et scientifique.

HISTORIQUE DU MICROSCOPE

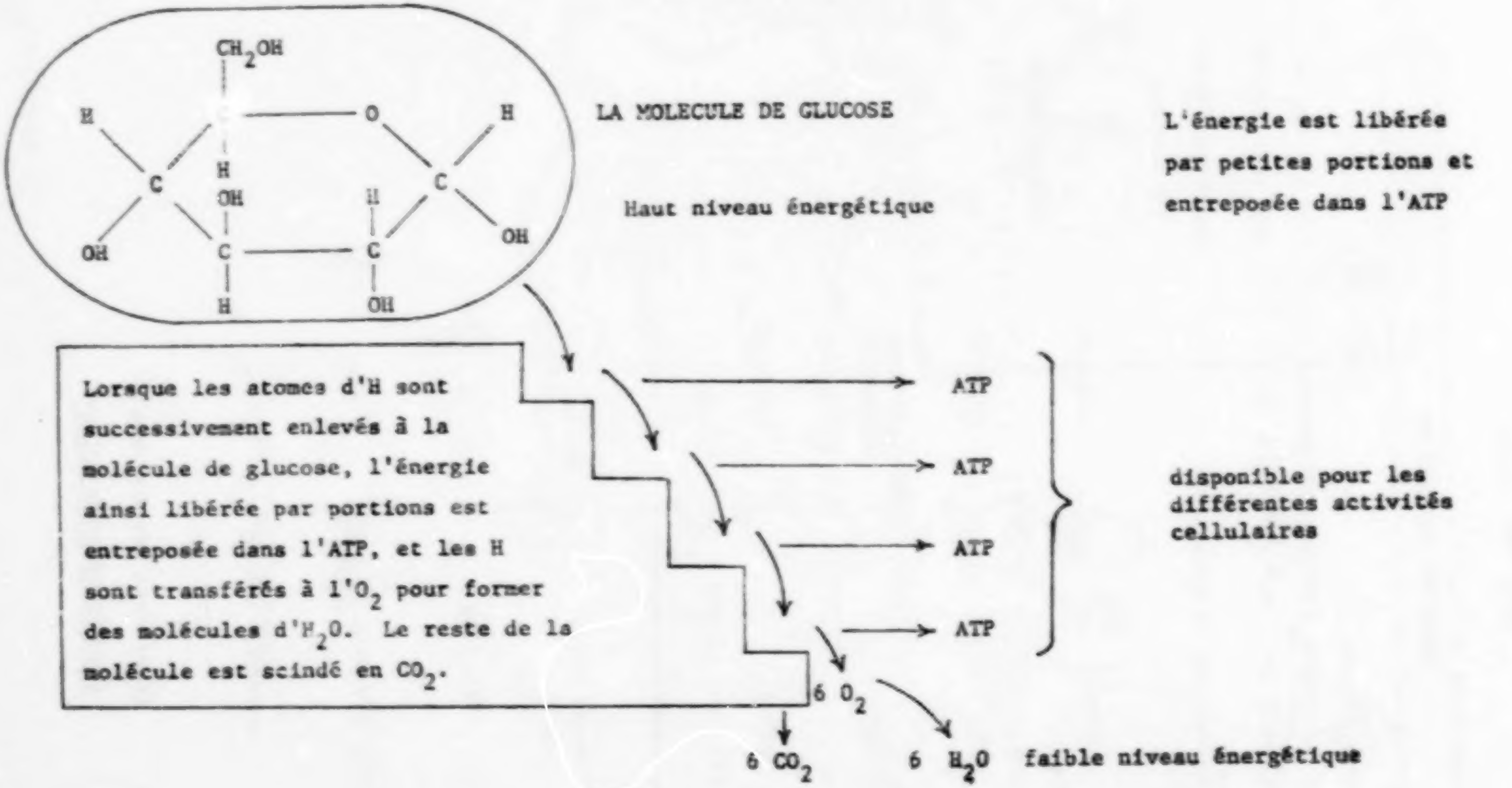
Série de photos avec textes retraçant l'histoire du microscope, de la simple loupe du début au microscope électronique.

MICROGRAPHIES DE DIVERS TYPES DE CELLULES

Série de photos prises au microscope ordinaire montrant divers types de cellules, épithéliales, adipeuses, nerveuses, etc.

DEGRADATION DU GLUCOSE

(schéma général)



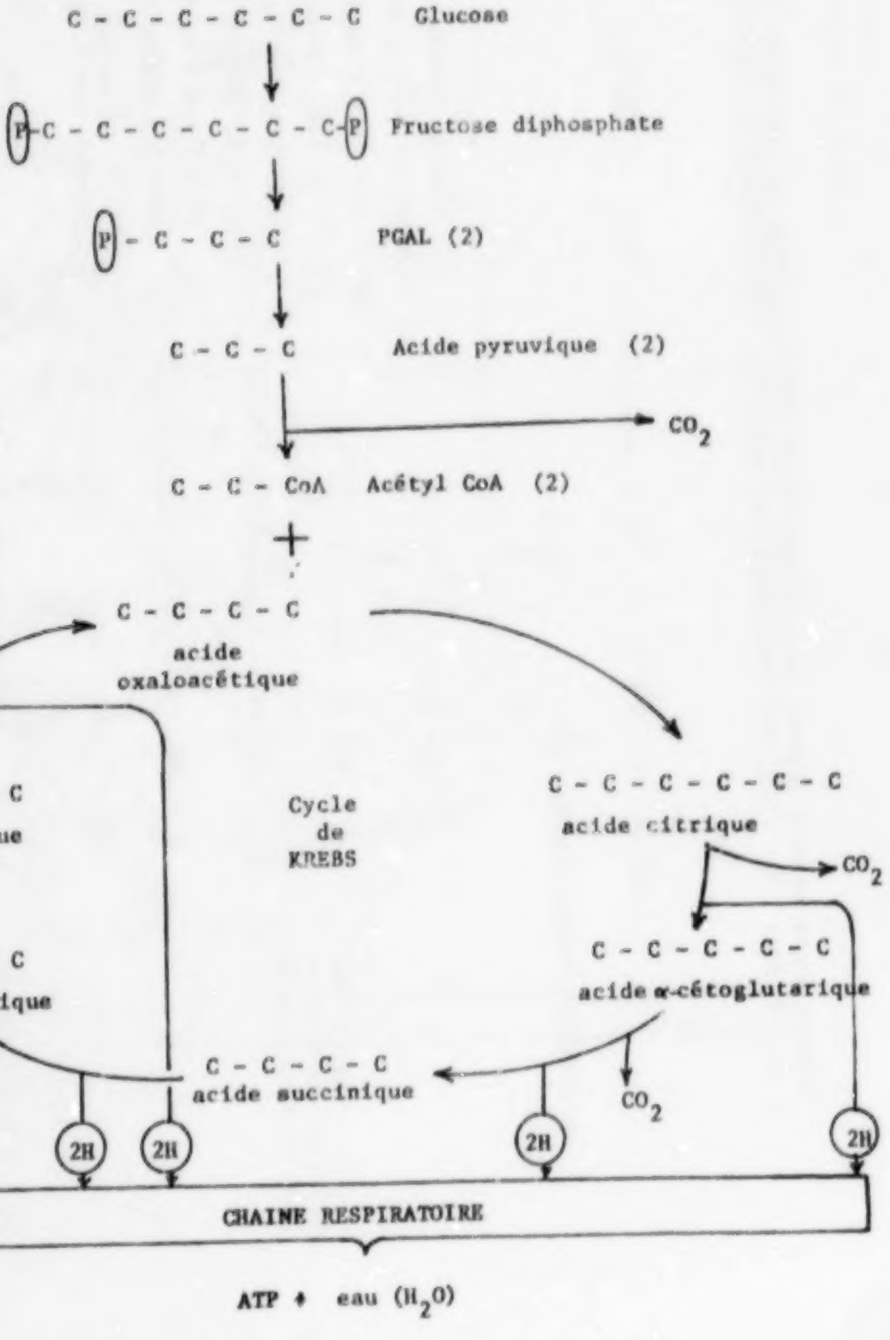
$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \longrightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O + 38\ ATP$$

(tiré de Energy Release in Living Things, Overhead Transparencies, Set YB-9, © 1968, p.3 et 4. Reproduit avec la permission de Denoyer-Geppert Audio-Visuals pour Popular Science Audio Visuals).

Dimension réelle de ce De:
55 cm x 35 cm

DEGRADATION DU GLUCOSE

(sommaire des réactions)



Dimension réelle de ce DE:
55cm x 70 cm

EXERCICE SUR L'ADN

LEGENDE

(vert)		Désoxyribose
(rouge)		Phosphate
(bleu)		Cytosine
(blanc)		Thymine
(noir)		Adénine
(jaune)		Guanine

Chacune des six pièces est en plastique.

Sur la table de travail de l'étudiant, une petite boîte contient suffisamment de pièces de chaque type pour construire une molécule d'ADN de douze paires de nucléotides.

Dimension réelle de ce DE :
30 cm x 50 cm

Mini-cours 4

SYLLOGISMES

L'ADN contrôle la synthèse des protéines.

Or les enzymes sont des protéines .

Donc l'ADN contrôle la synthèse des enzymes.

Le fonctionnement de l'organisme se ramène à une série de réactions métaboliques.

Or les réactions métaboliques sont contrôlées par les enzymes,

Donc l'ADN contrôle le fonctionnement de l'organisme.

D'où l'ADN contrôle le fonctionnement de l'organisme.

Dimension réelle de ce DE :
55 cm x 35 cm

JEU DE LA MITOSE

Pour faire l'exercice montrant le mouvement des chromosomes au cours de la mitose, tu utilises des "MODELES" de chromosomes.

(rouge) modèle de chromosome avec son centromère;

(bleu) modèle de chromosome dédoublé avec son centromère unique;

(rouge) modèles de chromosomes différents;

(un rouge et un bleu) modèles d'une paire de chromosomes homologues l'un par rapport à l'autre; ils sont d'origine parentale différente.

Les chromosomes sont représentés par de petites tiges colorées en rouge ou en bleu; de petites billes de bois percées font office de centromères,- on peut y enfiler les chromosomes.

Sur la table de travail de l'étudiant, un sac de plastique contient suffisamment de tiges et de billes pour opérer la mitose d'une cellule à deux paires de chromosomes.

Dimension réelle de ce DE :

55 cm x 35 cm

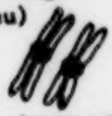
JEU DE LA MEIOSE

Pour faire l'exercice montrant le mouvement des chromosomes au cours de la méiose, tu utilises des "MODELES" de chromosomes.

(rouge) modèle de chromosome avec son centromère;

(bleu) modèle de chromosome dédoublé avec son centromère unique;

(rouge) modèles de chromosomes différents;

(un rouge et un bleu)  modèles d'une paire de chromosomes homologues l'un par rapport à l'autre; ils sout d'origine parentale différente.

Les chromosomes sont représentés par de petites tiges colorées en rouge ou en bleu; de petites billes de bois percées font office de centromères, - on peut y enfiler les chromosomes.

Sur la table de travail de l'étudiant, un sac de plastique contient suffisamment de tiges et de billes pour opérer la méiose d'une cellule à deux paires de chromosomes.

Dimension réelle de ce DE :

55 cm x 35 cm

Mini-cours 6

DE 1

UN CHROMOSOME DE DROSOPHILE

Cette photo montrant un chromosome géant de glande salivaire de drosophile se retrouve dans divers volumes de génétique; c'est un de ces volumes qui est placé en démonstration sur une des tables du Centre d'apprentissage.

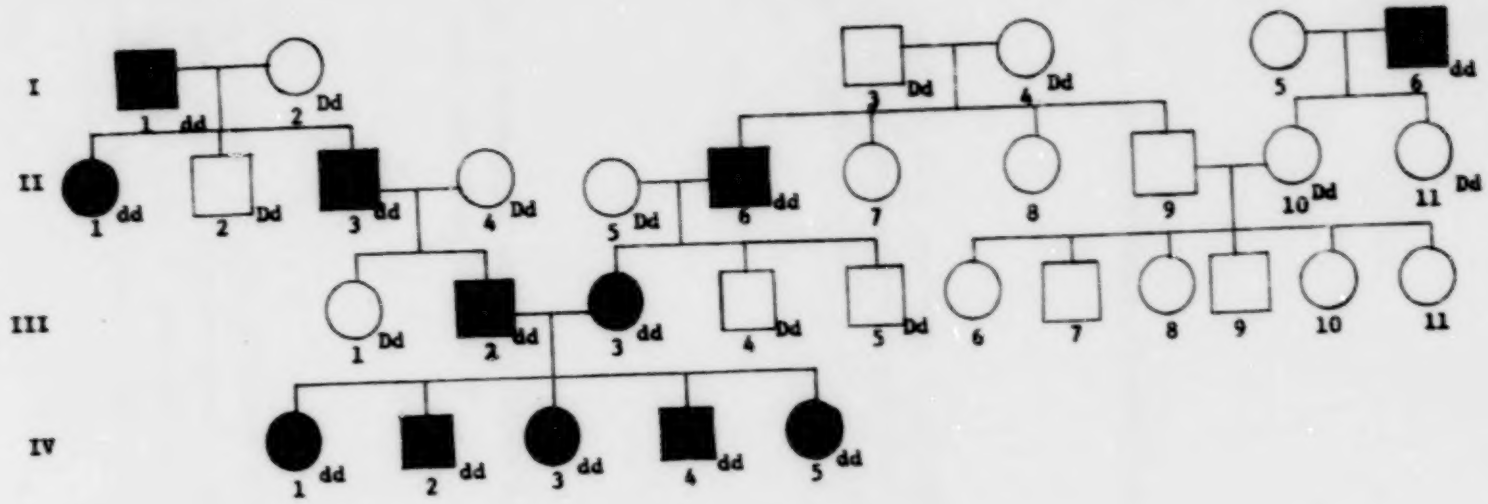
DE 2

LES QUATRE PAIRES DE CHROMOSOMES DE LA DROSOPHILE
ET LA CARTOGRAPHIE DES GENES

Cette illustration montre les quatre chromosomes de la drosophile avec la répartition connue des divers gènes le long de ces chromosomes. C'est un des volumes classiques en génétique qui est aussi dans ce cas en démonstration sur une table du Centre d'apprentissage.

Mini-cours 7

SOLUTION du pédigree de l'étape 4



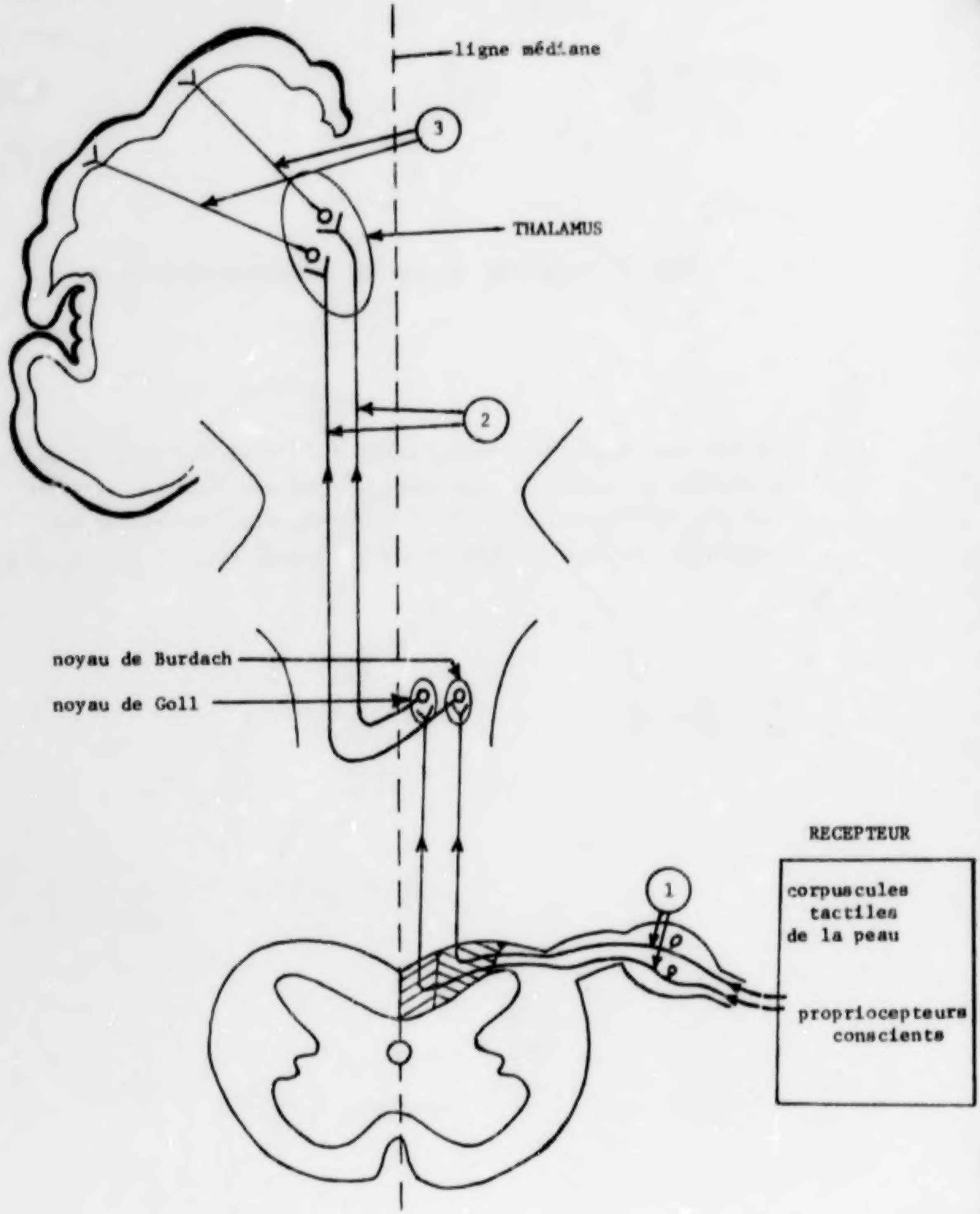
Dimension réelle de ce De:

50 cm x 25 cm

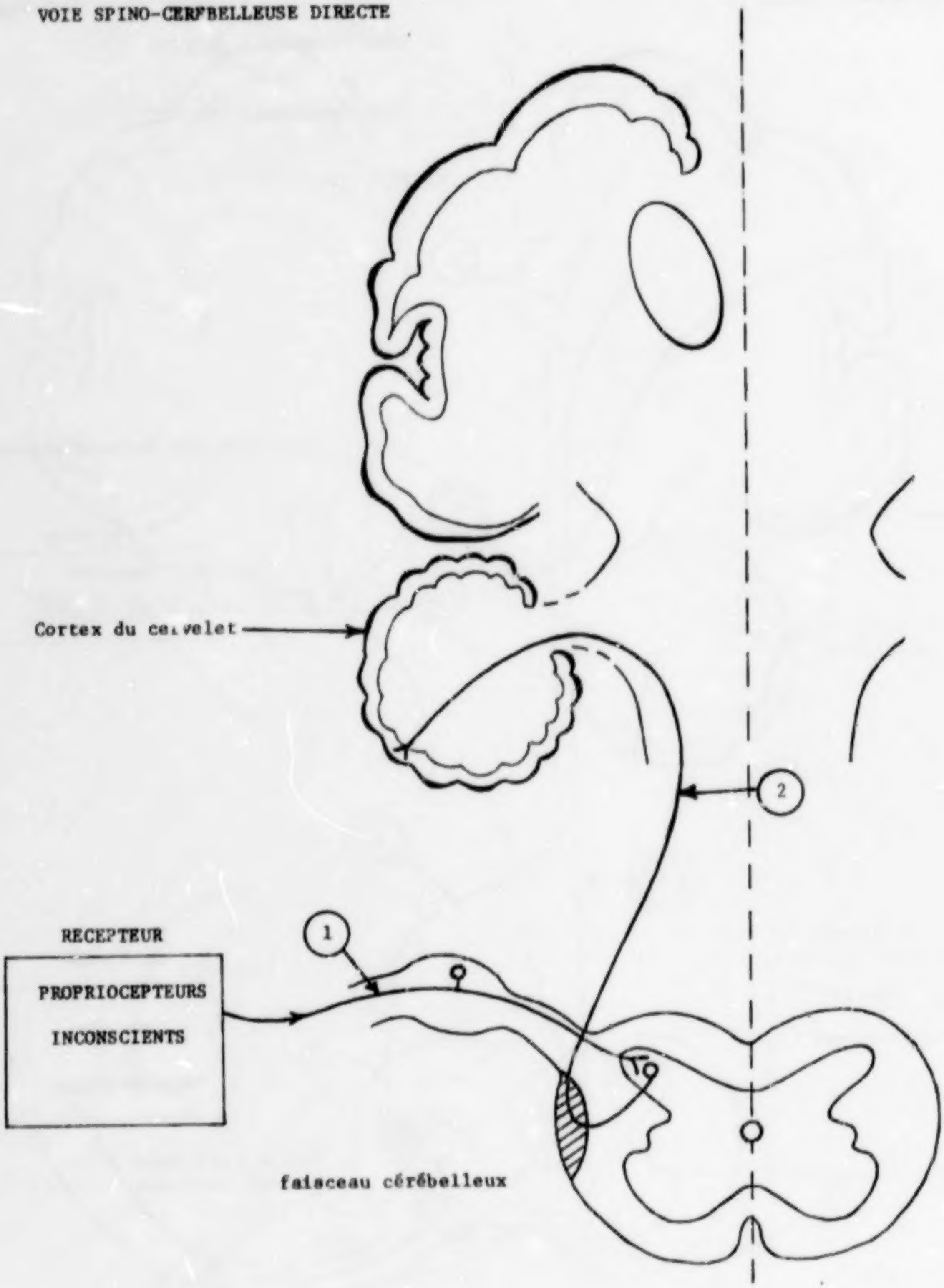
SERIE DE PHOTOS SUR LES CARACTERES HEREDITAIRES HUMAINS

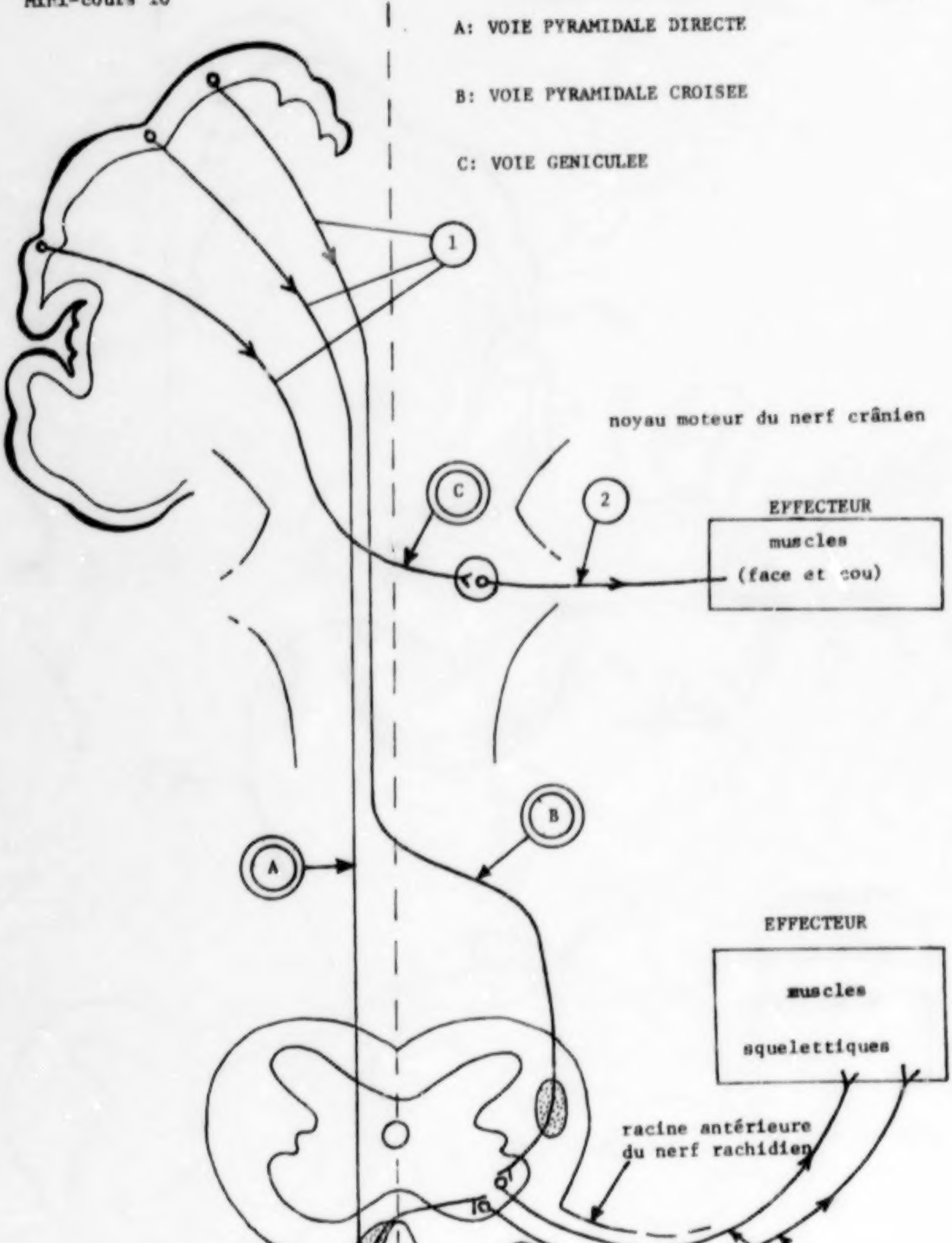
Ce sont des volumes de séries célèbres sur l'Homme qui sont ici en démonstration. Plusieurs photos montrent les variantes qui existent dans l'espèce humaine pour divers caractères comme la couleur des cheveux, de la peau, la forme du crâne, du nez, etc.

VOIE DE GOLL ET BURDACH

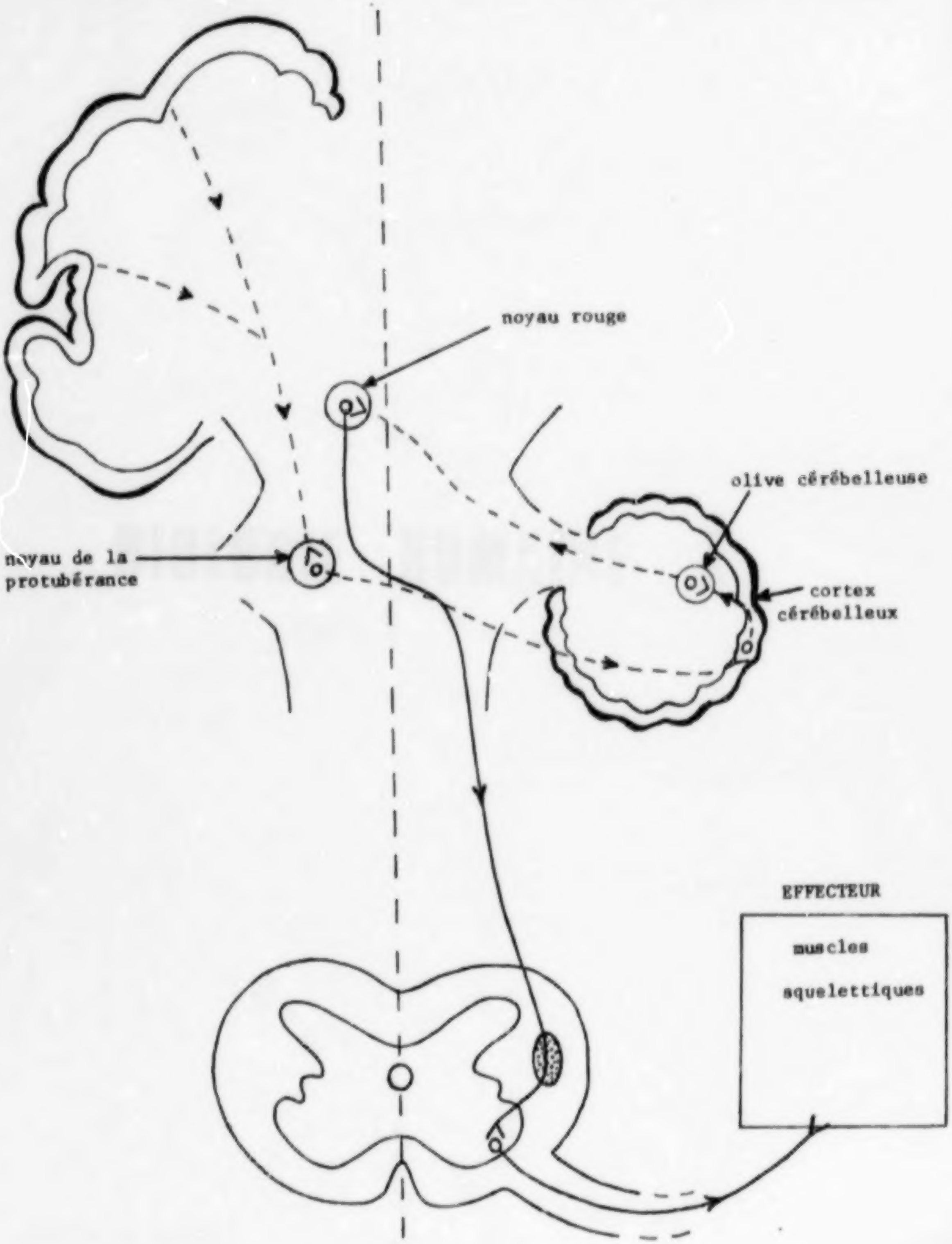


VOIE SPINO-CERÉBELLEUSE DIRECTE




A: VOIE PYRAMIDALE DIRECTE
B: VOIE PYRAMIDALE CROISEE
C: VOIE GENICULEE
1
noyau moteur du nerf crânien
C
2
EFFECTEUR
muscles
(face et cou)
B
A
EFFECTEUR
muscles
squelettiques
racine antérieure
du nerf rachidien
2

VOIE RUBRO-SPINALE



BIOLOGIE HUMAINE I

101-921-75

Collège de Rosemont
Département de biologie

Mini-cours 1

LE MICROSCOPE OPTIQUE

Pour chaque étudiant :

-microscope
-préparation microscopique : Elodée

A chaque table de travail :

-loupe
-papier à lentilles
-liquide pour le nettoyage des lentilles
-Cahier de Documents:
CD 1 : Schéma du microscope (avec légende)
CD 2 : Photos d'Elodée au microscope

Pour tout le groupe :

-DE 1 : Historique du Microscope
-microscope démonté avec pièces identifiées
-tiges d'Elodée fraîches, compte-gouttes, pince fine
-lames et lamelles
-papier millimétré
-pièces façonnées en plasticine et sectionnées:
A : cône en coupe transversale (sériée)
B : cylindre en coupe longitudinale (sériée)
C : sphère en coupe (sériée)
D : cylindre en coupe transversale (sériée)

Mini-cours 2

MORPHOLOGIE CELLULAIRE

Pour chaque étudiant :

-microscope, papier à lentilles, liquide pour le nettoyage
-préparation microscopique : cellules nerveuses

A chaque table de travail :

-oeuf cuit dur
-spatule
-Cahier de Documents : micrographies au microscope électronique

CD 1 : Mitochondrie
CD 2 : Appareil de Golgi
CD 3 : Reticulum endoplasmique et ribosomes
CD 4 : Noyau
CD 5 : La membrane nucléaire (pores)
CD 6 : Le centrosome (les centrioles)

Pour tout le groupe :

-DE 1 : Montage de photos : micrographies de divers types de cellules
- Cartes murales: Cellules typiques
La cellule

-Modèles:
-la cellule animale (ultrastructure); structures numérotées de 1 à 14 inclusivement pour identification
-cellule nerveuse
-globules sanguins
-cellule végétale
-mitochondrie; structures numérotées de 1 à 5 inclusivement pour identification
-acides aminés et liens peptidiques

-lunette stéréoscopique
-Revue Scientific American no Avril 1972, p. 66:
Structure d'une protéine

Mini-cours 2

Solutionnaire de l'exercice d'identification sur la cellule animale et la mitochondrie.

La cellule animale

1. ribosome
2. membrane cellulaire
3. appareil de Golgi
4. centriole
5. vacuole
6. membrane nucléaire externe
7. nucléoplasme
8. nucléole
9. membrane nucléaire interne
10. pore de la membrane nucléaire
11. mitochondrie
12. reticulum endoplasmique
13. lysosome
14. cytoplasme

La mitochondrie

1. Membrane externe
2. Membrane interne
3. Crête
4. Matrice
5. Granule dense

Mini-cours 3

ECHANGES ET RESPIRATION CELLULAIRE

Partie 1

A chaque table de travail :

- microscope
- 2 béchers de 100 ml
- crayon marqueur
- thermomètre
- $KMnO_4$ (quelques pincées)
- spatule
- suspension de poudre de carmin

Pour tout le groupe :

- eau chaude (plaque chauffante)
- montage sur l'osmose :

  osmomètre (contenu: solution de glucose concentrée
  et suspension de carmin)
  bécher (contenu: eau pure)
  tube très long avec carton plastifié appliqué à l'arrière.

  osmomètre vide en démonstration
- film en boucle: Phagocytosis by a White Corpuscule

Partie 2

Pour tout le groupe:

- DE 1: Carton: Dégradation du glucose (schéma général)
- DE 2: Carton: Dégradation du glucose (sommaire des réactions)

Mini-cours 4

L'ACTIVITE NUCLEAIRE

Partie 1

A chaque table de travail:

- molécule d'ADN (modèles fabriqués au Collège)
- molécule d'ARN
- jeu d'ADN (billes de couleur représentant les phosphates, les riboses et les bases azotées)
- Cahier de documents:

  CD 1 : Biosynthèse des protéines

Pour tout le groupe:

- DE 1: Légende pour le jeu d'ADN
- DE 2: Syllogismes (ADN - enzymes - métabolisme)
- cartes murales: ADN et ARN

Partie 2

A chaque table de travail:

- microscope
- préparation microscopique: mitose (racine d'oignon)
- jeu de mitose (tiges représentant les chromosomes et billes de bois représentant les centromères)
- Cahier de documents :

  CD 2-3: Phases de la mitose chez la cellule végétale

  CD 4 : Instructions pour le jeu de la mitose

Pour tout le groupe:

- DE 3: Comment utiliser les modèles de chromosomes (JEU DE LA MITOSE)
- carte murale: La mitose
- modèles: phases de la mitose
- exercice d'identification sur des photos (7) des phases de la mitose:
  nos 1 à 7: identification de la phase mitotique
  nos 8 à 11: identification des structures mitotiques
- films en boucle: Cell division (cellule animale)
  The dividing cell (cellule végétale)

Mini-cours 5

LA MEIOSE ET LES GENES

A chaque table de travail :

-jeu de méiose (tiges rouges et bleues pour les chromosomes et billes rouges et bleues pour les centromères)
-Cahier de Documents :

CD 1 et 2 : Les phases de la méiose (figure 6 du Cahier de Travail
CD 3 : Instructions pour le jeu de la méiose

Pour tout le groupe :

-DE 1 : Comment utiliser les modèles de chromosomes (JEU DE LA MEIOSE)
-modèles des phases de la méiose
-carte murale : la méiose
-carte en relief : la méiose

Mini-cours 6

GENETIQUE POSTMENDELIENNE

Partie 1

A chaque table de travail:

- Cahier de Documents:
  - CD 1: Chromosomes dispersés (photo)
  - CD 2: Caryotypes de l'homme et de la femme.
  - CD 3: Syndrome de Turner et syndrome de Flinefelter
  - CD 4: Syndrome de Down (mongolisme); Trisomie 21

Partie 2

Pour tout le groupe:

- DE 1: Un chromosome de drosophile (photo)
- DE 2: Les quatre paires de chromosomes de la drosophile et la cartographie des gènes

Mini-cours 7

MUTATIONS ET GENETIQUE HUMAINE

A chaque table de travail:

- Cahier de Documents:
  - CD 1: Les globules rouges normaux
  - CD 2: Les globules rouges en forme de faucille

Pour tout le groupe:

DE 1: Solutionnaire du pédigree de l'étape 4
DE 2: Série de photos montrant des caractères héréditaires humains avec leurs variantes: couleur des cheveux, forme du crâne, du nez, etc.

Mini-cours 8

SYSTEME NERVEUX I

ANATOMIE ET HISTOLOGIE DU SYSTEME NERVEUX

Partie 1

A chaque table de travail:

-encéphales conservés de mouton;
 sac no 1: encéphale entier
 sac no 2: encéphale en coupe transversale
 sac no 3: encéphale avec coupe sagittale

-modèle d'encéphale humain (un pour deux tables environ).
-Cahier de Documents:

CD 1 : Les grandes parties de l'encéphale
CD 2 : Les ventricules de l'encéphale
CD 3 : Coupe sagittale de l'encéphale humain
CD 4 : Encéphale avec les méninges
CD 5 : Moelle épinière en place
CD 6 : Coupe transversale de la moelle épinière
CD 7 : Légende du modèle de la moelle épinière
CD 8 : Coupe transversale du nerf
CD 9 : Neurone

Pour tout le groupe:

Carte murale sur le système nerveux:
 Brain and Nervous System DGP 3 ou
 Nervous System N 41553
Carte en relief du système nerveux
Modèle du tronc humain
Modèle de tête humaine en coupe sagittale montrant l'encéphale en position.

Partie 2

A chaque table de travail:

Modèle de la moelle épinière (un pour deux tables environ)
Microscope
Préparation microscopique de neurone multipolaire.
Cahier de Documents (id. Partie 1)

Mini-cours 8 (suite)

Pour tout le groupe:

- Cervelle de mouton fraîche dans un plateau "sur glace".
- Crâne humain.
- Modèle de tronc humain
- Modèle d'une section de la moelle épinière
- Modèle d'une section de la moelle épinière à l'intérieur d'une vertèbre.
- Modèle d'un neurone.

Mini-cours 9

SYSTEME NERVEUX II

PHYSIOLOGIE NERVEUSE
INFLUX NERVEUX, ACTIVITE REFLEXE, LES RECEPTEURS.

Partie 1

A chaque table de travail:

- loupe
- petit marteau à réflexe
- planche à dissection
- trousse à dissection
- grenouille vivante
- stimulateur et électrodes de stimulation (1 pour deux tables environ)
- Cahier de Documents:

  CD 1: L'oeil en coupe
  CD 2: Champ de vision des couleurs
  CD 3: Reproduction des couleurs
  CD 4: Vision centrale-vision périphérique
  CD 5: Systématisation de la moelle épinière.

Pour tout le groupe:

- rouleau de fil
- Film en boucle: Préparation d'une grenouille spinale.

Partie 2

- modèle de l'oeil (1 par deux tables environ)avec les structures 1 à 10à identifier
- lunette stéréoscopique (1 pour deux tables environ)

Pour tout le groupe:

- Carte murale no 1: l'oeil
- Carte en relief sur l'oeil et la rétine avec structures de 11 à 13 à identifier.

Structures à identifier sur l'oeil(modèle).

1. cornée transparente
2. cristallin
3. pupille
4. rétine
5. sclérotique
6. choroïde
7. nerf optique
8. iris
9. muscle de l'oeil
10. fovea ou tache jaune ou macula.

Structures à identifier sur la carte en relief

11. couche pigmentée de la choroïde
12. nerf optique
13. cellules visuelles, cônes et bâtonnets

Mini-cours 10

SYSTEME NERVEUX III

VOIES SENSITIVES, CENTRES NERVEUX ET VOIES MOTRICES.

VIGILANCE ET SOMMEIL. COMPORTEMENT.

Partie 1

A chaque table de travail:

- Cahier de Documents:
  - CD 1: Les aires corticales (hémisphère cérébral gauche)
  - CD 2: Systématisation de la moelle.

Pour tout le groupe:

- carte murale: Human Brain Kl 15
- quelques modèles d'encéphale humain (1 pour 2 ou 4 étudiants)
- en démonstration, schémas complétés du trajet de l'influx nerveux sur les voies sensitives.
  - DE 1: Voie de Goll et Burdach
  - DE 2: Voie spino-cérébelleuse directe.

Partie 2

A chaque table de travail:

- Cahier de Documents (partie 1)

Pour tout le groupe:

- en démonstration , schémas complétés du trajet de l'influx nerveux sur les voies motrices.
  - DE 3: A: Voie pyramidale directe
    B: Voie pyramidale croisée
    C: Voie géniculée
  - DE 4: Voie rubro-spinale

Mini-cours 11

ENDOCRINOLOGIE I

MORPHOLOGIE ET HISTOLOGIE DES GLANDES ENDOCRINES.

Partie 1

A chaque table de travail:

- planche à dissection
- trousse à dissection
- épingles en T
- Cahier de Documents:

  CD 1 à CD 6 inclusivement: Dissection du rat.

Pour tout le groupe:

- rats mâles et femelles sacrifiés à l'éther quelques minutes avant le début du mini-cours; un rat pour deux étudiants.
- Carte murale: Les glandes endocrines chez l'homme.
- un rouleau de ouate (sur la table de démonstration).

Partie 2

A chaque table de travail:

- microscope
- 4 lames microscopiques: testicule humain
  ovaire de chatte
  pancréas humain
  thyroïde
- Cahier de Documents:

  CD 7: Histologie du testicule (micrographies)
  CD 8: Système génital féminin (schémas)
  CD 9: Histologie de l'ovaire (micrographie)
  CD 10: Histologie du pancréas (micrographies)
  CD 11: Histologie de la thyroïde (micrographies)

Pour tout le groupe:

- Montage de photos: Préparation des tissus pour étude au microscope.
- 4 microscopes en démonstration pour identification de coupes:

Microscope 1: Pancréas (ilôt de Langerhans)
Microscope 2: Thyroïde (follicule thyroïdien)
Microscope 3: Testicule (tissu interstitiel)
Microscope 4: Ovaire (follicule de Graaf).

Mini-cours 12

ENDOCRINOLOGIE II

LES HORMONES ET LA VIE

A chaque table de travail:

- Cahier de Documents:

  CD 1: Nanisme et gigantisme hypophysaires (photo)
  CD 2: Acromégalie (photo)
  CD 3: Crétinisme (photo)
  CD 4: Myxoedème acquis (photo)
  CD 5: Goître exophtalmique (photo)

Mini-cours 13

ENDOCRINOLOGIE III

LES HORMONES ET LA VIE (suite)

A chaque table de travail:

- Cahier de Documents:

  CD 1: Interrelation hormonale hypophyse-ovaire-utérus.

15-3116

Imprimé au collège Ahuntsic

GUIDES
SONORES

Collège de Rosemont
Département de Biologie
1977

1

BIOLOGIE HUMAINE

E D U Q 8270044b

GUIDES SONORES

Cahier 3

BIOLOGIE HUMAINE I

101-921-75

Collège de Rosemont
Département de biologie

© Collège de Rosemont
Tous droits réservés
Dépôt légal à la Bibliothèque Nationale

Les textes sont de

Claude Champagne
Brigitte Ouellette Farré
Lucette Lalonde Lapierre,

professeurs au département de Biologie
du Collège de Rosemont,

et de

André Boivin,

professeur au département de Biologie
du Collège Edouard-Montpetit,

avec la collaboration occasionnelle de

Réal Gravel et
Renée Lamy Brazeau,

professeurs au département de Biologie
du Collège de Rosemont.

Le graphisme a été fait par

Lise Boivin
Carmen Bacon
Andrés Farré

Le travail de dactylographie a été exécuté par

Yvonne Hétu

Le travail de revision et de mise en page en vue de la diffusion
a été fait par

Brigitte Ouellette Farré

Mini-cours 1

LE MICROSCOPE

MUSIQUE

Bonjour...

Tu sais que chaque science a ses propres instruments de travail. Ainsi, si je te montre une éprouvette, tu vas certainement penser à la Chimie; si je te montre un laser, tu vas aussitôt penser à la Physique. De la même façon, la Biologie s'identifie à un instrument qui lui est particulier et cet instrument, c'est le microscope.

Les phénomènes vitaux se passent tous au niveau cellulaire.

L'oeil nu ne peut cependant distinguer la cellule ni les structures minuscules qui existent à l'intérieur; leur complexité et même leur existence a été inconnue pendant longtemps.

Le microscope optique est un instrument qui permet des observations au niveau cellulaire.

Etant donné que tu vas régulièrement utiliser ce microscope pendant tout ton cours de Biologie, il est évident que tu dois te familiariser avec lui, très bien le connaître, si tu veux t'en servir efficacement. Mais auparavant, on va faire ensemble un bref historique de cet instrument. Pour cela tu vas aller voir le montage de photos sur le grand carton affiché dans le Centre. Ce montage est intitulé "Historique du microscope." Va voir ce document et reviens à l'écoute.

MUSIQUE

J'espère bien que tu as retenu de cette série de photos que le microscope s'est développé grâce aux progrès de la technologie moderne. Ceci est un exemple parmi tant d'autres qui te prouve que toutes les sciences sont interdépendantes; si la Biologie moderne possède aujourd'hui le microscope électronique, c'est parce que la Physique s'est développée beaucoup et que les ingénieurs ont pu réaliser le microscope électronique; et si la

Physique est très avancée aujourd'hui, c'est grâce aux Mathématiques, et ainsi de suite. Tu vois donc que toutes les sciences se tiennent ensemble et progressent aussi ensemble.

En procédant avec précaution, tu vas maintenant prendre le microscope qu'il y a sur ta table de travail et tu vas le placer devant toi.

(pause)

Maintenant, je te demande d'étudier attentivement chacune des parties du microscope. Pour cela, je te réfère à l'étape 1 de ton Cahier qui te donne la liste de ces parties et le rôle de chacun. En plus du texte de cette étape, tu as à ta disposition un schéma de ton microscope dans ton Cahier de Documents. Tu trouveras aussi dans le Centre un microscope en démonstration où toutes les parties ont été indiquées.

MUSIQUE

Tu te rends compte que le microscope n'est pas un instrument simple. Mais dis-toi bien que c'est important pour toi de bien le connaître puisque dans ton cours de Biologie, tu vas régulièrement l'utiliser comme outil de travail. Si tu ne connais pas bien cet instrument, tu seras à peu près comme un menuisier qui ne serait pas capable d'utiliser correctement son marteau.

Mais ce n'est pas tout de connaître les différentes pièces du microscope, il faut savoir comment il fonctionne. Il y a trois aspects à considérer dans ce fonctionnement:

1- comment la lumière voyage à travers le microscope;
2- comment les images se forment dans le microscope;
3- comment un microscope peut **grossir** et donner des images très grandes d'un objet très petit.

Place devant toi la <u>figure 1</u> de ton Cahier. Cette figure représente un schéma de microscope. Tu vois sur ce schéma que le faisceau lumineux sort de la source lumineuse placée dans le pied du microscope, passe à travers le condensateur qui concentre cette lumière sur l'objet. En même temps, le diaphragme-iris contrôle la largeur du faisceau lumineux. Puis la lumière passe à travers l'objet, entre dans l'objectif, voyage dans le tube optique, passe à travers l'oculaire et enfin arrive à l'oeil de l'observateur. Refais le trajet suivi par la lumière ...

(pause)

Tu peux te rendre compte que la lumière arrive à ton oeil tout simplement en ouvrant et fermant la source lumineuse tout en regardant dans l'oculaire.

Maintenant, en te basant sur ce que je viens de te dire, et aussi en utilisant le texte de l'<u>étape 2</u>, tu vas appliquer tes connaissances à ton microscope et tu vas t'expliquer à toi-même comment la lumière voyage à travers ton microscope.

MUSIQUE

Tu viens de voir comment la lumière voyage à travers le microscope. Maintenant, il s'agit pour toi de savoir comment cet appareil permet d'observer des objets petits, i.e. comment on peut obtenir des images avec le microscope. Pour l'apprendre, va étudier l'<u>étape 3</u> de ton Cahier de Travail.

MUSIQUE

J'espère que tu n'as pas eu trop de difficulté à comprendre de quelle façon les images se forment dans le microscope. Maintenant, je voudrais ajouter une précision; regarde la <u>figure 2</u>; quand l'objet est d'un côté de la lentille et l'image de l'autre côté, comme tu peux le voir sur

cette figure, on dit alors que l'image est réelle. L'image A' B' est donc une image réelle; note-le dans ton Cahier. Remarque à la figure 5 que cette image réelle A' B' est dans le tube du microscope.

(pause)

Regarde maintenant la figure 3 où l'objet et l'image sont situés du même côté de la lentille OC.; on dit alors que l'image est virtuelle. L'image A" B" est une image virtuelle de A' B', considérée ici comme objet. Note-le dans ton Cahier.

C'est la même chose quand tu regardes avec une loupe; tu as remarqué tantôt que l'objet et l'image obtenue avec une loupe sont tous les deux du même côté de la loupe.

La dernière chose qu'il te reste à comprendre à propos du fonctionnement du microscope, c'est la notion de "grossissement", i.e. de quelle façon on calcule le nombre de fois qu'un microscope peut grossir, ou en d'autres mots, combien de fois l'image finale obtenue avec le microscope paraît plus grande que l'objet.

Tu vas donc aller étudier maintenant l'étape 4 de ton Cahier qui t'explique ce concept de "grossissement".

MUSIQUE

Jusqu'à maintenant, tu as appris que le microscope est composé de plusieurs pièces et que ces pièces ou morceaux sont de deux types: les pièces mécaniques qui composent le statif et les pièces optiques dont le rôle primordial est de former des images.

Tu as vu comment la lumière voyage à travers ce système complexe de lentilles et tu as vu aussi comment les images se forment dans le microscope quand la lumière traverse un objet qu'on veut examiner attentivement.

Enfin, tu as appris comment le microscope peut donner des images très grandes d'un objet très petit; c'est le concept de grossissement que tu viens de voir.

Tu es donc maintenant un expert en ce qui concerne la partie théorique du microscope. Il te reste à apprendre comment utiliser cet appareil. C'est dire que tu vas maintenant observer quelque chose avec le microscope.

Mais avant de commencer, il faut que tu tiennes compte des facteurs suivants:

1- la propreté des pièces de ton microscope;
2- la distance entre l'objectif et l'objet à examiner;
3- l'éclairage de la préparation.

Il faut que les pièces optiques soient propres, puisque c'est à travers elles que l'image va te parvenir et que ce que tu dois voir, ce ne sont pas des poussières sur les lentilles, ni des traces de doigts, ni du maquillage pour les yeux, etc.... mais bien l'objet que tu veux observer. La distance entre l'objectif et l'objet doit être ajustée de façon bien précise parce que c'est ainsi qu'on fait la mise au point, i.e. le "focus" pour que l'image soit clairé. L'éclairage doit être ajusté parce que selon l'objectif utilisé, selon l'objet à examiner, les besoins en éclairage varient.

Sur ta table de travail se trouve une préparation microscopique déjà montée. Tu vas immédiatement l'observer. La façon de procéder pour le faire se trouve à l'<u>étape 5</u> de ton Cahier de Travail.Je te recommande de suivre attentivement les instructions qui te sont données à cette <u>étape 5</u>.

MUSIQUE

Maintenant que tu sais mieux comment utiliser ton microscope et faire une mise au point, tu vas faire toi-même le montage d'une préparation microscopique. L'<u>étape 6</u> te donne les instructions nécessaires à cette réalisation et le matériel dont tu as besoin se trouve sur les tables de démonstration.

MUSIQUE

Tu n'as sans doute pas eu trop de difficulté à faire ta préparation d'Elodée. Remarque que cette feuille est très mince. Tout ce qu'on observe au microscope doit être très mince parce que la profondeur de champ de l'objectif est très limitée.

Maintenant tu es prêt à examiner ton montage en suivant les directives de l'étape 7. Si tu as quelques difficultés à faire la mise au point, reviens aux indications de l'étape 5.

MUSIQUE

Après ces quelques manipulations,tu as maintenant assez de dextérité pour faire facilement une mise au point à n'importe quel grossissement. Passe maintenant à l'étape 8 de ton Cahier de Travail.

Il se peut que pour répondre à certaines questions de l'étape 8,tu ressentes le besoin de reprendre tes observations. Alors dans ce cas, n'hésite pas: retourne voir la feuille d'Elodée. Ces questions de l'étape 8 sont faciles, mais réponds-y sérieusement.

MUSIQUE

La question 6 de cette étape 8 implique une manipulation. Le montage que tu as à faire à cette question 6 se fait de la même façon que le montage que tu as fait précédemment avec l'Elodée. Après cette observation, termine le questionnaire de l'étape 8.

MUSIQUE

Les questions auxquelles tu viens de répondre t'ont fait prendre conscience de trois réalités: d'abord qu'une cellule,c'est quelque chose de très petit et que c'est non visible à l'oeil nu; deuxièmement, que le diamètre de champ, qu'on peut comparer à une fenêtre circulaire, est très relatif;

qu'on regarde à n'importe quel grossissement, cette fenêtre semble toujours avoir la même dimension, mais en réalité cette fenêtre se rétrécit quand le grossissement augmente; enfin, au fur et à mesure que le grossissement augmente, on voit de moins en moins de cellules dans le champ microscopique, ce qui prouve bien que le diamètre de champ diminue quand le grossissement augmente.

Tu viens d'observer une feuille d'Elodée; c'est une feuille tellement mince qu'on peut facilement l'observer par transparence. Mais certains spécimens, des organes comme le coeur ou le poumon par exemple, sont trop volumineux pour être observés au microscope. Pour voir leurs cellules, on doit donc en faire des coupes minces; c'est-à-dire qu'on tranche ces spécimens, et on peut les trancher de différentes façons: dans le sens de la longueur, de la largeur, etc. Evidemment, l'aspect de la tranche mince ainsi obtenue sera très différent selon le sens de la coupe. Une difficulté surgit si on veut reconstituer l'objet en entier dans ses trois dimensions, à partir des différentes coupes qu'on a pu en faire.

Cette reconstitution s'appelle l'interprétation de la coupe. Pour faire cette interprétation, il faut pouvoir identifier les principaux types de coupes.

L'étape 9 de ton Cahier illustre les types de coupes que tu pourras rencontrer le plus souvent.

MUSIQUE

Avant de terminer ce premier mini-cours, il faudrait parler de l'unité de mesure employée en microscopie. Cette unité, c'est le micromètre. Va voir à quoi cela ressemble dans la remarque qui termine, dans ton Cahier de Travail, ce premier mini-cours.

Au revoir, à la prochaine.

MUSIQUE

Mini-cours 2

MORPHOLOGIE CELLULAIRE

MUSIQUE

Bonjour!

Tu es maintenant bien adapté au travail dans le centre d'apprentissage et j'espère que cette méthode te plaît... Nous entrons maintenant dans le vif du sujet de la première partie du cours 921, soit la cytologie, i.e. l'étude de la cellule. Le travail du mini-cours 2 porte sur la morphologie cellulaire, i.e. sur la structure de la cellule. Il est acquis depuis longtemps que la plus petite partie d'un être vivant qui puisse encore porter le nom de vivant, c'est la cellule.

Tout comme on peut définir l'atome comme la plus petite partie d'un élément qui puisse encore porter le nom de cet élément, la plus petite partie d'un être vivant, qui soit encore vivante, c'est la cellule. Donc, tout être vivant est formé uniquement de cellules et de produits sécrétés par ces cellules.

Tu vas maintenant observer une cellule. Prends un oeuf cuit dur sur ta table de travail et coupe-le complètement dans le sens de la longueur, si ce n'est déjà fait.

(pause)

Tu vois maintenant le jaune de l'oeuf. C'est une cellule. Sa grosseur est évidemment disproportionnée par rapport aux autres cellules mais ce n'est pas sans raison; en effet, cette cellule qu'est le jaune de l'oeuf doit contenir toutes les substances nutritives nécessaires pour le développement du poussin. Regardons maintenant d'autres cellules, ayant une forme bien différente, soit des cellules nerveuses. Place sur ton microscope la lame qui est sur ta table et observe à faible grossissement, soit avec l'objectif 4X; tu fais la mise au point et tu reviens ensuite à l'écoute.

MUSIQUE

A ce grossissement, tu dois voir de grands filaments partant de masses un peu plus grosses et foncées. Place une de ces masses qui représente un corps cellulaire au centre de ton champ d'observation et passe successivement à l'objectif 10X puis au 40X pour obtenir des grossissements de 100 et de 400 fois.

Reviens ensuite à l'écoute.

MUSIQUE

Tu vois que ces cellules nerveuses ont une allure bien différente de celle de l'oeuf de tantôt; en effet, elles ont de longs prolongements servant au passage de l'influx nerveux. Les cellules sont ainsi très diversifiées. Va lire l'étape 1 qui parle de la diversité cellulaire.

MUSIQUE

Va voir en démonstration la carte murale, le montage de photos et les modèles illustrant différentes formes de cellules. A ton retour, réponds à la question de l'étape 2 de ton Cahier de Travail.

MUSIQUE

Nous avons dit tantôt que l'organisme humain est formé de cellules. Ces cellules ne sont évidemment pas toutes semblables; elles se regroupent selon une échelle de complexification qui va du simple au plus complexe. Va lire l'étape 3.

MUSIQUE

Les cellules sont donc très diverses. Leur contenu est cependant presque toujours le même. Pour étudier la structure de la cellule, nous allons imaginer une cellule-type qui contient tous les éléments que l'on rencontre normalement dans une cellule. Alors place devant toi le schéma de cellule-type de l'étape 4.

(pause)

Tu peux voir ici un schéma de cellule tel que l'observation au microscope électronique a pu la reconstituer. Cette cellule, c'est en fait un sac contenant toute une série de structures nommées globalement organites (petits organes); l'organite le plus important est certes le noyau. Entre le noyau qui est habituellement central et la membrane cellulaire, il y a une substance de base visqueuse et gélatineuse dans laquelle baignent les autres organites cellulaires, le tout formant le cytoplasme. Remarque la disposition des organites et leurs positions relatives, c'est-à-dire les unes par rapport aux autres. Nous allons les étudier un à un et ceci à l'aide de photographies prises au microscope électronique.

Place d'abord sous tes yeux la photographie 1 prise au microscope électronique; elle se trouve dans le Cahier de Documents sur ta table de travail.

(pause)

Cette photo, prise au microscope électronique, représente une mitochondrie en coupe longitudinale et une en coupe transversale.

Remarque que la paroi de la mitochondrie est double: elle possède en effet une membrane externe et une membrane interne; cette dernière forme des replis à l'intérieur de la mitochondrie, replis qu'on appelle des crêtes. Dans la matrice, substance gélatineuse entre les crêtes, on rencontre quelques granules denses qui, d'après certains auteurs, seraient constitués de phosphate de calcium.

Tu possèdes maintenant assez d'éléments pour saisir la structure en 3 dimensions de la mitochondrie comme elle a été établie par les cytologistes à l'aide de telles photos. Va voir en démonstration un modèle en 3 dimensions de la mitochondrie et compare-le avec le schéma qui est à l'étape 5 de ton Cahier de Travail.

MUSIQUE

Tu connais maintenant la mitochondrie. Passons à un autre organite, l'appareil de Golgi. Prends la photo 2 dans le Cahier de Documents

(pause)

L'appareil de Golgi est formé de structures numérotés 13 et 14. Tu as, sur cette photo, 2 appareils de Golgi vus en coupe. Les structures numérotées 13 sont de petits sacs aplatis appelés saccules, empilés les uns sur les autres. Ces petits sacs se terminent, à leur bord extérieur, par des renflements plus ou moins circulaires, numérotés 14 et qui éventuellement se détachent des saccules; ce sont les vésicules qui forment une partie des vacuoles que nous étudierons tantôt.

Va voir le dessin en trois dimensions de l'appareil de Golgi que tu trouveras sur la carte murale en démonstration; il est de couleur mauve sur cette carte: observe aussi le schéma de l'étape 6 de ton Cahier.

MUSIQUE

Prends maintenant la **micrographie 3** de ton Cahier de Documents.

(pause)

Tu y vois une série de canaux plus ou moins élargis, numérotés 15, qui forment tout un réseau dans le cytoplasme de cette cellule. Ce réseau se nomme le réticulum endoplasmique et constitue toute une série de canalicules ou petits canaux intra-cytoplasmique. Remarque aussi de petits granules noirs, numérotés 16, accolés à l'extérieur de la paroi des canaux du réticulum endoplasmique; ce sont les ribosomes, organites primordiaux pour ce qui est de la production des protéines dans la cellule.

Les canaux du réticulum endoplasmique sont parsemés de ces ribosomes. Passe à l'observation, maintenant, du dessin de l'étape 7.

MUSIQUE

Prends la micrographie 4 de ton Cahier de Documents. Tu y vois une cellule végétale dont presque tout l'intérieur est occupé par le noyau. Ce noyau est limité par une membrane double numérotée 3. La substance intérieure du noyau ou nucléoplasme, numérotée 6, est plus ou moins homogène et contient cette substance extrêmement importante qu'on nomme la chromatine. Cette chromatine a l'aspect de fines particules dispersées dans la nucléoplasme ou de masses plus ou moins importantes comme celle numérotée 5. Aussi une structure remarquable dans ce noyau : le nucléole, numéroté 2, et qui contient surtout de l'ARN ou acide ribonucléique.

Prends maintenant la photographie 5.

(pause)

Cette photographie nous montre bien la membrane double du noyau cellulaire numérotée 3 et surtout les pores qui la traversent, numérotés 4; ces pores sont essentiels pour les échanges entre le noyau et le cytoplasme. Retourne maintenant voir le dessin de ton Cahier de Travail à l'étape 7. Remarque que la membrane nucléaire est en continuité avec le réticulum, mettant ainsi en communication le noyau et le cytoplasme.

MUSIQUE

Il nous reste un dernier organite à étudier en détail; c'est le centrosome qui se trouve uniquement dans les cellules animales, du moins de façon apparente, et qui est situé habituellement près du noyau cellulaire. Prends la photographie 6 du centrosome qui est dans le Cahier de Documents.

(pause)

Remarque, dans la photo de droite, cette série de petits cercles qui forment un centriole. Ces petits cercles sont en fait des sections transversales de petits tubes ou tubules. Cette partie du centrosome est en fait formée de 9 groupes de 3 tubules arrangés de manière à former un cylindre. Ce cylindre de 27 tubules constitue un centriole : l'autre centriole est un cylindre identique mais orienté perpendiculairement au premier tel que tu peux le voir dans la photo de gauche et à l'étape 8 de ton Cahier.

MUSIQUE

Tu as maintenant étudié la structure de presque tous les organites de la cellule animale. Mentionnons encore les vacuoles et les lysosomes.

Pour les voir, reviens au schéma de la cellule-type à l'étape 4. Ces deux organites sont en fait des sacs; les lysosomes contiennent des produits chimiques servant à la dégradation des aliments dans la cellule. Les vacuoles, au contraire, ne contiennent que des solutions aqueuses plus ou moins concentrées.

Tu vas maintenant étudier la structure de la membrane unitaire. Cette membrane se retrouve au niveau, par exemple, de la membrane cellulaire mais aussi au niveau de plusieurs organites. L'importance de cette membrane deviendra évidente quand nous étudierons, la semaine prochaine, les échanges cellulaires. Va lire l'étape 9 de ton Cahier.

MUSIQUE

Tu vas maintenant vérifier que tu peux identifier les principaux organites cellulaires. A cet effet, tu trouveras sur la table de démonstration des micrographies et des modèles de cellules ou d'organites. Inscris dans ton Cahier le nom des structures correspondant aux numéros indiqués sur ces photos et ces modèles.

MUSIQUE

Maintenant que tu connais bien l'ultrastructure de la cellule, tu vas voir comment tous ces organites travaillent ensemble pour le fonctionnement de la cellule. Pour ce faire, je vais comparer la cellule à une usine. Place sous tes yeux la figure 11 de l'étape 10.

Tu as ce dessin devant toi ? Observe-le bien.

Une cellule est une unité vivante. Elle croît, c'est-à-dire qu'elle augmente de taille, elle effectue un travail quelconque, elle se maintient en équilibre dans son milieu, elle peut se diviser. Tout cela demande de l'énergie, des matériaux de base qu'elle prend à l'extérieur d'elle-même sous forme de substances nutritives. Ces substances subissent toute une série de transformations à l'intérieur de la cellule. La cellule est donc comme une usine en pleine activité.

Au milieu du dessin, tu vois un gros cercle, c'est le noyau et à l'intérieur de celui-ci, le nucléole Par comparaison, on parle du noyau comme d'un centre directeur des activités de la cellule. A gauche du noyau, tu vois une mitochondrie comparée à une centrale énergétique dans une usine et à droite, un ribosome qui joue le rôle d'une chaîne de montage. Le réticulum endoplasmique constitue un réseau de voies de transport et l'appareil de Golgi sert de lieu d'entreposage. Les carburants et les pièces servant à construire des matériaux complexes sur la chaîne de montage proviennent de l'extérieur de la cellule; ils y pénètrent par la membrane qui contrôle les entrées et les sorties. Revoyons maintenant plus en détails et une à une les fonctions des principaux organites de la cellule.

Le noyau est comme le centre de direction de l'usine. Dans ce centre de direction, on trouve un directeur des opérations, c'est l'ensemble des chromosomes qui détient le plan des opérations qui seront effectuées dans l'usine, c'est-à-dire le cytoplasme. Ce plan, sous forme de code, est un produit chimique de la famille des acides nucléiques.

Le nucléole, dans le noyau, est comme le bureau d'un contremaître. Ce contremaître quitte le noyau, centre de direction, et se rend dans l'usine même, le cytoplasme, pour transmettre une copie du plan du travail à effectuer. Ce contremaître, dans la cellule, est un autre acide nucléique.

Les ribosomes, eux, sont dans l'usine ou cytoplasme, comme des chaînes de montage sur lesquelles s'assemblent des pièces de base; ainsi certains types de petites molécules sont réunies pour former des molécules plus grosses.

L'appareil de Golgi peut être considéré comme un atelier où se termine la fabrication de certains produits, et comme un entrepôt de produits finis. Ces produits finis peuvent être emballés dans des vésicules, ou sacs, se détachant de l'appareil de Golgi.

Les canaux du réticulum endoplasmique sont comme des réseaux de communication et de circulation à travers toute l'usine ou cytoplasme.

Une usine a toujours besoin d'une centrale énergétique: ce sont les mitochondries qui fournissent l'énergie nécessaire à toutes les opérations ou fonctions cellulaires. Cette énergie emprisonnée dans des carburants divers est libérée lorsqu'ils sont désintégrés, par combustion chimique, au niveau de la mitochondrie. L'énergie libérée par cette combustion est emmagasinée dans des molécules chimiques qui véhiculent cette énergie sous forme chimique partout dans la cellule où il y a un travail à effectuer.

Les carburants utilisés par les mitochondries sont des substances nutritives provenant de notre alimentation. Leur entrée dans la cellule s'effectue de diverses façons; nous le verrons dans une prochaine rencontre. Dans tous les cas, la porte d'entrée est la membrane cellulaire, qui peut contrôler l'entrée des carburants et des matériaux de base, la sortie des produits usinés et des déchets.

La comparaison avec l'usine s'arrête ici. Car la cellule est plus qu'une usine. Ainsi, elle peut se reproduire par exemple, se diviser en deux cellules tout à fait identiques entre elles: c'est une propriété exclusive à un vivant. C'est à cette activité que le centrosome participe.

Il y a encore quelques structures présentes à l'intérieur de la cellule-type: tu pourras en voir le rôle dans le tableau-résumé qui suit cette <u>figure 11</u>.

Un dernier mot: tu vois que la vie et l'activité d'une cellule ne peuvent se rattacher à aucune structure (organite) plus qu'à une autre. C'est donc l'intégration des fonctions de chacune qui fait qu'une cellule est douée d'activité, qu'elle vit.

Tu peux maintenant t'arrêter pour revoir, si tu le désires, ce dessin de l'étape 10 et surtout, pour étudier le tableau-résumé de cette étape.

MUSIQUE

Les cellules que tu as étudiées jusqu'à ce moment dans ce mini-cours étaient surtout des cellules animales. Il existe cependant certaines différences entre cellule animale et cellule végétale. Comme le cours n'en est pas un de botanique, nous n'allons étudier que brièvement ces différences. Va voir l'étape 11 de ton Cahier et observe le modèle de cellule végétale qui se trouve en démonstration.

MUSIQUE

Les organites et le cytoplasme qui les contient sont des produits chimiques. Ces produits chimiques se regroupent en deux catégories: les produits inorganiques et les produits organiques. L'étape 12 te donne, en A, un tableau des composés chimiques intracellulaires, en B, des détails sur la structure des composés organiques, et en C, l'utilité de ces composés. Va lire attentivement cette étape 12.

MUSIQUE

Pour terminer ce mini-cours, tu vas effectuer un court travail qui te résume les principaux points à retenir de l'étape 12, qui est un peu théorique et abstraite, il faut bien le dire. Cet exercice utile clarifiera certains points et termine ton travail pour cette semaine.

Au revoir !

MUSIQUE

Mini-cours 3

ECHANGES ET RESPIRATION CELLULAIRES

Partie 1

MUSIQUE

Bonjour!

Tu connais maintenant la structure de la cellule et sa constitution en terme de produits chimiques. Des cellules comme celles que tu as vues, il en existe à peu près 100 trillions dans ton corps. Donc chaque cellule n'est pas toute seule; elle a des voisines et comme ces voisines, elle baigne dans un milieu liquide plus ou moins abondant selon les diverses régions du corps. J'aimerais que tu places devant toi la figure 1 de l'étape 1... Tu l'as ? Remarque comment les cellules baignent dans un liquide, le liquide interstitiel, qui contient principalement des éléments nutritifs dissous dans de l'eau. Remarque aussi comment ce liquide interstitiel est en contact avec des petits vaisseaux sanguins, à paroi très mince, les capillaires. Le sang arrive dans ces capillaires par de petites artères, les artérioles, et en ressort par de petites veines, les veinules. Evidemment ce sang contient, entre autres, des produits nutritifs qui proviennent du système digestif et de l'oxygène qui provient des poumons. Ces produits traversent la paroi des capillaires et passent dans le liquide interstitiel.

Une petite question: si tu pouvais envelopper ces cellules d'une membrane qui les empêche d'échanger avec ce liquide interstitiel, crois-tu que ces cellules pourraient vivre longtemps? Je te laisse 10 secondes pour y penser...

(pause)

Je suppose que ta réponse est non et que tu te rends compte que la cellule doit échanger avec le milieu liquide qui l'entoure. Ces échanges se font de différentes façons. On te les cite à l'étape 2.

MUSIQUE

Donc, trois types d'échanges, l'osmose, le transport actif et l'endocytose. Etudions tout d'abord l'osmose mais avant, tu dois bien comprendre le mécanisme de la diffusion et de l'agitation moléculaire. Fais le travail indiqué aux paragraphes A et B de l'étape 3.

MUSIQUE

A cette étape de ton travail, il est très important que tu comprennes bien ce qu'est l'agitation moléculaire. Les particules de carmin sont inertes et incapables de mouvements par elles-mêmes.

Placées dans l'eau, elles dansent, parce qu'elles sont bousculées ou bombardées continuellement par des molécules d'eau qui sont en agitation continuelle. D'ailleurs, toute molécule de tout corps est en agitation continuelle et l'agitation est d'autant plus grande que la température s'élève. Pense à l'eau que tu fais bouillir: l'agitation des molécules est si grande que certaines s'échappent et s'envolent dans l'air, c'est la vapeur d'eau. C'est cette force qu'est l'agitation moléculaire qui permet aux molécules de se déplacer dans un milieu, déplacement qu'on appelle la diffusion. Le point C de l'étape 3 t'explique le mécanisme de la diffusion. Passe au point C.

MUSIQUE

Les réponses aux trois premières questions du paragraphe C de l'étape 3 sont assez simples. A la question 1 tu as certainement répondu que c'est par la distribution de la couleur que les béchers différaient. A la question 2, tu as trouvé que le facteur température avait amené ces différences. La question 3 était un peu plus difficile: la force dont il s'agit c'est la seule que tu as rencontrée jusqu'à maintenant i.e. l'agitation moléculaire: c'est la force qui expliquait tantôt la danse des particules de carmin et c'est la même force qui expliquera l'osmose. Pour te donner la réponse à la question 4, j'aimerais que tu places devant toi les deux petits dessins de la figure 2 qui suivent cette question 4 dans ton Cahier.

Le dessin de gauche qui représente l'état initial, te montre une zone du bécher où les molécules de $KMnO_4$ après avoir précipité au fond, sont très concentrées. Une de ces molécules est encerclée. Comme toutes les molécules qui sont autour d'elle sont en mouvement à cause de l'agitation moléculaire, cette molécule encerclée reçoit beaucoup plus de chocs venant du côté plus concentré, que de chocs venant du côté moins concentré. La résultante de tous ces chocs va faire en sorte que cette molécule va se déplacer vers la région la moins concentrée jusqu'au stade final où elle va recevoir autant de chocs de tous les côtés, ce qui va se produire lorsque la concentration des molécules sera uniforme dans tout le bécher, tel qu'illustré à droite. Ce sera alors la fin de la diffusion.

Ce processus de la diffusion qui permet à des molécules de se répartir uniformément dans un milieu donné a son importance à l'échelle cellulaire. En effet, tu as vu à l'<u>étape 1</u> que les cellules baignent dans un milieu liquide. Les divers produits qui sortent des capillaires sanguins vont, par diffusion, se répartir uniformément dans ce milieu liquide et atteindre ainsi les cellules. C'est donc par diffusion que les produits dont la cellule a besoin vont se déplacer jusqu'à la surface des cellules.

Ces produits sont maintenant à la surface des cellules; ils ont une barrière à franchir, soit la membrane cellulaire. C'est par l'osmose qu'ils vont la franchir. L'osmose est une diffusion ou déplacement de molécules à travers une barrière perméable, i.e. une membrane percée de pores. L'osmose te sera expliquée à l'aide d'une membrane de cellophane: la membrane de la cellule lui est comparable mais avec des différences importantes qui te seront soulignées plus tard. Et maintenant j'aimerais que tu ailles observer un montage expérimental sur l'osmose, montage qui se trouve sur la table de démonstration. Par la suite, tu répondras avec soin aux questions de l'<u>étape 4</u>.

MUSIQUE

Je suppose que, dans ta réponse à la question 6, tu as expliqué l'ascension du liquide dans le tube par le fait que l'eau du bécher devait entrer dans l'enceinte plus rapidement que le liquide de l'enceinte pouvait en sortir.

Si telle est ton explication tu es sur la bonne voie. Tu vas maintenant trouver l'explication exacte de ce phénomène d'osmose à l'étape 5.

MUSIQUE

La membrane de cellophane utilisée dans l'osmomètre est une membrane semi-perméable parfaite parce qu'elle ne laisse passer que les petites molécules sans laisser passer les grosses. A travers la membrane de la cellule, il se fait de l'osmose, mais d'autres phénomènes de transport s'ajoutent à celui de l'osmose pour permettre à de grosses molécules de franchir cette membrane et même à de petites molécules d'être retenues par cette membrane alors qu'elles devraient la traverser. C'est pourquoi on dit que la membrane cellulaire n'est pas semi-perméable; on dit plutôt qu'elle est sélectivement perméable car, à son niveau, il s'opère une sélection des produits à laisser entrer ou sortir, selon les besoins de la cellule entière. Va lire ce qu'on t'en dit à l'étape 6.

MUSIQUE

L'osmose ne peut donc expliquer tous les échanges de la cellule avec son milieu; d'autres mécanismes interviennent qui eux nécessitent une dépense d'énergie de la part de la cellule. L'ensemble de ces mécanismes constitue les phénomènes de transport actif et d'endocytose dont on parle à l'étape 7.

MUSIQUE

Osmose, transport actif et endocytose, tels sont donc les principaux moyens que la cellule vivante utilise pour échanger avec son milieu. Nous verrons, en partie 2 de ce mini-cours, à quelles fins la cellule utilise les matériaux qu'elle a reçu au moyen de ces échanges.

Au revoir.

MUSIQUE

Partie 2

MUSIQUE

Bonjour!

La première partie de ton mini-cours 3 traitait, tu t'en souviens, des échanges qui se passent au niveau de la membrane cellulaire. Or, ces échanges peuvent être aussi bien des entrées que des sorties. Les sorties constituent ce qu'on appelle les phénomènes d'excrétion ou de sécrétion alors que les **entrées** fournissent à la cellule les substances dont elle a besoin. En effet, la cellule a besoin de substances comme matière de base pour les constructions moléculaires qu'elle doit réaliser; ainsi, par exemple, les cellules vont recevoir des acides aminés dont elles vont se servir pour fabriquer des protéines. La cellule a aussi besoin de matières nutritives qu'elle va briser pour en retirer de l'énergie. Donc les entrées servent principalement à deux choses: fournir les matériaux de base pour les réactions de synthèse et fournir les substances énergétiques qui seront dégradées. Les réactions de synthèse i.e. lorsque de petites molécules sont assemblées pour former de grosses molécules constituent l'ANABOLISME et les réactions de dégradation i.e. lorsque de grosses molécules sont brisées en petites molécules constituent le CATABOLISME.

L'ensemble du catabolisme et de l'anabolisme constituent le METABOLISME i.e. l'ensemble des reactions chimiques qui se produisent dans la cellule.

Passe à l'étape 8 de ton Cahier de Travail.

MUSIQUE

MUSIQUE

Toute vie sur terre, vie du microbe, de la plante ou de l'homme, toute vie dépend d'un double phénomène biochimique, synthèse et dégradation. On a vu que le lien qui existe entre les deux est celui de l'énergie. Cette énergie dans la cellule ne peut exister sous forme libre, entre le moment où le catabolisme l'a produite et celui où la cellule va l'utiliser.

Quand la plante capte l'énergie solaire ou qu'un animal ou un homme dégrade une molécule pour en tirer de l'énergie, celle-ci est toujours emmagasinée dans une molécule chimique appelée ATP. Ce sont les molécules d'ATP qui sont la réserve d'énergie d'une cellule. Quand la cellule a besoin d'énergie, l'ATP la lui fournit en quantité nécessaire au fur et à mesure. Tu trouveras des précisions importantes sur l'ATP à <u>l'étape 9</u>. Cette molécule est essentielle à la vie, car c'est elle qui détient toute l'énergie nécessaire aux activités cellulaires.

MUSIQUE

Cette énergie en circulation dans le monde vivant provient, à l'origine, de l'extérieur du monde vivant; c'est l'énergie solaire que seules les plantes vertes peuvent capter grâce aux granules verts de chlorophylle de leurs feuilles.

Place devant toi la <u>figure 7</u> de ton Cahier de Travail.

Par la photosynthèse, la plante fabrique de l'ATP qui sert à former des liens entre des molécules simples pauvres en énergie, comme le gaz carbonique et l'eau. Les plantes synthétisent ainsi des sucres ou glucides, riches en énergie, qui sont la principale source d'énergie pour la plante elle-même. Lier des molécules d'eau et de gaz carbonique à l'aide de l'énergie solaire est une propriété exclusive aux plantes vertes; cette opération est la photosynthèse.

A leur tour, les animaux et l'homme puisent l'énergie dont ils ont besoin pour vivre, se mouvoir, se reproduire, dans des substances chimiques complexes déjà existantes, les glucides par exemple, qui ont été synthétisées par les plantes. C'est en dégradant ces molécules par un procédé appelé respiration cellulaire que tous les êtres vivants se procurent l'énergie nécessaire à leurs besoins. Va lire l'étape 10 et observer plus longuement cette figure 7.

MUSIQUE

Au cours des réactions du catabolisme, il s'agit pour la cellule de tirer de la molécule complexe qui est dégradée le maximum d'énergie; la molécule est donc dégradée petit à petit,morceau par morceau. De plus, la cellule doit assurer le transfert efficace de l'énergie libérée jusqu'à l'ATP de façon à éviter la perte de cette énergie: on retrouve donc des "transporteurs" qui se chargent d'acheminer l'énergie jusqu'à l'ATP; ces transporteurs se trouvent pour la plupart dans les mitochondries. Enfin, les molécules simples qui résultent de la fragmentation progressive de la molécule de départ sont soit réutilisées par la cellule, comme l'eau, soit éliminées dans le cas où elles constituent un produit toxique comme le CO_2.

La cellule peut dégrader pour en tirer de l'énergie à peu près toutes les molécules organiques qui lui sont disponibles. Mais le produit qui donne le meilleur rendement en énergie dans toutes les cellules animales ou végétales, c'est le glucose. Les réactions de dégradation du glucose nous serviront donc d'exemple pour expliquer ce qu'est le catabolisme.

Nous allons décomposer en deux temps cette dégradation du glucose. Il y a des déshydrogénations expliquées à la figure 8 et des décarboxylations expliquées à la figure 9. La figure 8 de ton Cahier de Travail résume la suite des réactions biochimiques qui enlèvent les hydrogènes de la molécule de glucose, les uns après les autres: c'est ce qu'on appelle la déshydrogénation. Les hydrogènes qui sont ainsi arrachés au glucose contiennent une grande quantité d'énergie. Pour que cette énergie ne soit pas perdue, des transporteurs captent aussitôt les hydrogènes. Il y a toute une série

de transporteurs d'hydrogène localisés dans les mitochondries. En sautant de l'un à l'autre, les hydrogènes laissent échapper leur énergie qui sert immédiatement à synthétiser de l'ATP à partir de l'ADP + P. Au bout de la série, les hydrogènes qui sont maintenant à un bas niveau d'énergie se combinent à l'oxygène pour former des molécules d'eau. La chaîne de transporteurs a donc besoin d'oxygène pour fonctionner. Revois attentivement cette figure 8 et lis, sur la page en regard du dessin, le texte qui s'y rapporte.

MUSIQUE

Les réactions biochimiques dont tu viens de voir un résumé à la figure 8 constituent la partie la plus importante de la dégradation du glucose, celle où l'énergie du glucose est transférée aux molécules d'ATP.

Mais en même temps que le glucose se dégrade en perdant ses hydrogènes, il se dégrade aussi et simultanément en perdant ses carbones et ses oxygènes, sous forme de CO_2: il est donc décarboxylé en plus d'être déshydrogéné.

La figure 9 montre le deuxième temps de la dégradation du glucose, sa décarboxylation. Une première série de réactions brise la molécule en deux: le glucose, molécule à six carbones, donne deux molécules d'acide pyruvique à trois carbones chacune. Puis chaque molécule d'acide pyruvique s'introduit dans un cycle de réactions qui lui enlève une après l'autre des molécules de CO_2, en même temps qu'il y a enlèvement d'hydrogène.

Revois les deux figures 8 et 9 avec les explications qui les accompagnent.

MUSIQUE

Essayons maintenant de remettre ensemble les deux temps de la dégradation du glucose et de voir si l'ensemble devient clair. La figure 10 combine les figures 8 et 9 et on y mentionne certains facteurs nécessaires à la bonne marche des réactions.

La molécule de départ est le glucose. Sa dégradation la réduit à l'état de molécules d'eau et de gaz carbonique. Les molécules d'eau proviennent de la réunion des hydrogènes, arrachés au glucose, avec l'oxygène contenu dans la cellule; cette eau est facilement utilisée par la cellule dans d'autres réactions métaboliques.

Les molécules de CO_2 sont libérées, elles, au moment de la décarboxylation. Le CO_2 étant toxique, s'il devient trop abondant, la cellule va l'éliminer dans le milieu extra-cellulaire.

Cette dégradation du glucose en CO_2 et en H_2O dans la cellule a aussi comme résultat important la formation de molécules d'ATP. Ce transfert d'énergie de la molécule de glucose dans des molécules d'ATP constitue ce qu'on appelle la respiration cellulaire. Cette respiration cellulaire se fait dans les mitochondries lors du passage des hydrogènes le long des transporteurs; pour cette raison, on appelle aussi cette chaîne de transporteurs la chaîne respiratoire.

Pour que les hydrogènes puissent se balader le long de la chaîne respiratoire, il faut que leur dernier accepteur, au bout de la chaîne, soit disponible; ce dernier accepteur c'est l'oxygène; c'est pour cette raison que l'oxygène est nécessaire à la spiration cellulaire, donc, nécessaire à la vie; l'oxygène est un gaz respiratoire essentiel, car sans oxygène, la chaîne respiratoire ne fonctionne pas; alors il n'y a pas de formation d'ATP, donc aucune énergie disponible.

Maintenant, va lire dans ton Cahier un résumé des points principaux à retenir de cette figure 10. Après quoi, tu iras voir, en démonstration, une schématisation des réactions biochimiques impliquées dans la dégradation du glucose; il ne s'agit pas de retenir toutes ces réactions mais de comprendre comment elles assurent la formation d'ATP. Le professeur-consultant pourra te fournir des explications supplémentaires si tu en as besoin. Après cette excursion, reviens à l'écoute.

MUSIQUE

Un dernier mot sur cette figure 10 que tu as devant toi dans ton Cahier; tu vois qu'à tous les niveaux de réactions, on mentionne le mot "enzyme "; c'est que dans la cellule, toutes les réactions sont catalysées, accélérées; la cellule fournit elle-même ces enzymes qui dirigent la suite des réactions jusqu'à la dégradation complète du glucose. Maintenant tu es prêt à parcourir l'étape 12, vas-y et cela terminera ce mini-cours. Au revoir!

MUSIQUE

Mini-cours 4

L'ACTIVITE NUCLEAIRE

Partie 1

MUSIQUE

Bonjour!

Bienvenu à ce mini-cours qui porte sur les activités qui se déroulent dans le noyau d'une cellule vivante. Les êtres vivants sont beaucoup plus complexes que l'univers pris dans son entier. La vie suppose, en effet, une complexification de la matière beaucoup plus grande que les relations existant entre les planètes, les soleils et les galaxies. Dans un être vivant, la complexification ne vient pas uniquement de la multitude des éléments qui le constituent mais aussi et surtout des relations harmonieuses entre ces éléments. Vie et harmonie: deux indissociables; si l'harmonie disparaît, la vie disparaît.

La cause fondamentale de cette harmonie se situe dans le noyau de chaque cellule de l'organisme. C'est en effet dans le noyau que se situent, surtout, les acides nucléiques (nucléique vient du latin "nucleus" signifiant noyau). Or, ce sont ces acides nucléiques qui sont responsables du fonctionnement harmonieux de la cellule, ce que nous verrons plus tard. Ces grosses molécules sont de deux types: l'ADN, c'est l'acide désoxyribonucléique et l'ARN, c'est l'acide ribonucléique. L'ADN est la partie fondamentale des chromosomes alors que l'ARN se retrouve surtout dans les nucléoles. A l'extérieur du noyau, dans le cytoplasme, on retrouve de l'ADN dans divers organites, notamment dans les mitochondries et les chloroplastes des plantes. Dans ce même cytoplasme, on retrouve de l'ARN un peu partout, mais surtout dans les ribosomes. Va répondre aux questions de l'<u>étape 1</u> de ton Cahier.

MUSIQUE

Tu en connais maintenant un peu plus sur ce que sont les deux acides nucléiques et où ils sont situés. Il te reste à voir comment ils sont faits et à quoi ils servent. Comme les acides nucléiques sont des molécules, nous ne pouvons pas, pour connaître leur structure, les regarder directement; elles ne sont pas visibles, même au microscope électronique. Une série de techniques très raffinées ont quand même amené la connaissance de la structure de l'ADN et de l'ARN. En 1953, Watson et Crick proposaient un modèle de la structure de l'ADN.

Ce modèle est accepté de façon universelle aujourd'hui. Tu as une représentation de ce modèle d'ADN sur ta table ou sur une table voisine, de même que la représentation d'un bout d'ARN. Je vais te demander de bien observer ces modèles, mais avant, écoute bien ce que je voudrais que tu y trouves: remarque tout d'abord la structure générale de ces molécules: remarque aussi comment cette structure est formée d'éléments de base qui se répètent continuellement.

Procède à l'observation de ces modèles. Tu es prêt alors à répondre aux questions de l'<u>étape 2</u>.

MUSIQUE

Tu as fait l'<u>étape 2</u> ? Telle que tu les as vues, les molécules d'ADN et d'ARN peuvent te sembler complexes mais si on les démonte, on peut retrouver une structure de base qui se répète, comme un anneau dans une chaîne se répète de multiples fois. Cette unité de base s'appelle un nucléotide. L'<u>étape 3</u> t'explique la structure d'un nucléotide.

MUSIQUE

Maintenant que tu connais la structure des nucléotides, i.e. la structure des unités de base, tu vas étudier la structure des deux molécules elles-mêmes. Va lire attentivement l'étape 4. Au cours de cette étape, compare les représentations du Cahier avec les modèles qui sont toujours sur ta table.

MUSIQUE

J'aimerais maintenant que tu effectues un petit travail, pour vérifier si tu as bien saisi la structure de la molécule d'ADN. Tu as sur ta table une boîte contenant des billes de plastique de différentes couleurs. Tu as aussi, en démonstration, une carte indiquant ce que représente chaque bille. Consulte cette carte et fabrique ensuite, avec ces billes, un petit bout d'ADN de huit paires de nucléotides: puis montre ceci au professeur, pour faire vérifier la structure de la molécule que tu as construite. Conserve cette molécule, tu en auras besoin dans quelques minutes. Reviens ensuite à l'écoute.

MUSIQUE

Cette connaissance précise de la structure des acides nucléiques, ADN et ARN, est très importante pour comprendre ce que tu vas étudier d'ici la fin du mini-cours, c'est-à-dire la synthèse des protéines et ses utilités, et finalement un type de division cellulaire, soit la mitose.

Avant d'étudier ce mécanisme assez complexe de la synthèse des protéines, il faut voir comment la molécule d'ADN peut se reproduire. Aussi surprenant que cela puisse paraître, en effet, ce produit chimique qu'est l'ADN peut, à l'intérieur d'une cellule normale, se reproduire c'est-à-dire

engendrer une autre molécule d'ADN exactement identique à elle-même. Ceci s'effectue selon un mécanisme connu sous le nom de duplication de l'ADN. Etudie l'<u>étape 5</u> qui explique ce mécanisme.

MUSIQUE

Tu vas maintenant effectuer un petit exercice qui te permettra de vérifier si tu comprends le mécanisme de duplication de l'ADN. Reprends la molécule d'ADN que tu avais construite tout à l'heure. Sépare maintenant les deux chaînes sur la moitié de la longueur de la molécule et commence à effectuer la duplication de l'ADN sur les nucléotides que tu as rendu disponibles; pour cela, sers-toi de billes prises dans la boîte. Va montrer ta construction au professeur-consultant et reviens à l'écoute.

MUSIQUE

Cette duplication de la molécule d'ADN sert à dédoubler tout l'ADN du noyau et donc tous les chromosomes du noyau, ces longs filaments composés d'ADN. Il y a, par conséquent, duplication des chromosomes; cette dernière duplication va être le prélude à une division de la cellule. Nous étudierons ce mécanisme de la division cellulaire plus tard. Pour l'instant abordons la synthèse des protéines. Nous avons déjà discuté de l'importance des protéines. Elles entrent dans la structure de la membrane unitaire et donc dans la structure de tous les organites. Mais ce qui est beaucoup plus important, c'est qu'en plus de participer à la structure de la cellule, les protéines sont essentielles à la constitution des enzymes. Or, nous avons vu toute l'importance des enzymes dans le contrôle du métabolisme cellulaire.

Ces protéines, la cellule doit les fabriquer de toutes pièces à partir des acides aminés qu'elle reçoit de la digestion. C'est l'ATP fabriqué lors de la respiration cellulaire --souviens-toi de ton mini-cours 3-- qui fournit l'énergie nécessaire à l'établissement des liens qui unissent les acides aminés entre eux.

Mais, pour fabriquer une protéine donnée, la cellule ne peut souder ensemble n'importe lesquels acides aminés. Chaque protéine a un agencement particulier d'acides aminés et ceci ne peut varier. La cellule doit pouvoir se fier à un code pour fabriquer chacune des protéines; chaque protéine a son code. Or, nous venons de voir que la molécule d'ADN est une molécule codée, son code résidant dans l'agencement de ses bases azotées. Il faut donc partir de la molécule d'ADN pour comprendre le processus de la synthèse des protéines. C'est ce que l'on fait à l'étape 6 que tu vas étudier maintenant.

MUSIQUE

Tu comprends maintenant, du moins je l'espère, comment l'ADN contrôlant la synthèse des protéines a une importance primordiale pour l'organisme entier. Pour approfondir cette importance de l'ADN, va lire et méditer sur les deux syllogismes qui sont en démonstration et note-les dans ton Cahier de Travail dans l'espace réservé à cette fin. Reviens ensuite à l'écoute.

MUSIQUE

J'aimerais insister sur l'idée qui se dégage de ces 2 syllogismes, i.e. le concept que l'ADN contrôle toute l'activité de l'organisme. Ce concept est primordial, c'est un des plus importants sinon le plus important de ce cours.

En effet, nous l'avons déjà vu, les protéines entrent dans la structure de l'organisme parce qu'elles se retrouvent dans toutes les membranes des cellules vraies; en plus, ces protéines forment les enzymes qui, elles, contrôlent toute l'activité chimique de l'organisme. Or, toutes les activités de l'organisme sont assimilables, à la base, à des réactions chimiques. C'est donc l'ADN, contenu dans les chromosomes de toutes les cellules, qui contrôle la structure de l'organisme et son fonctionnement. C'est justement cet ADN, contenu dans les chromosomes, que nous recevons de nos parents et que nous transmettons à nos enfants, par les mécanismes de la génétique. Tu vas étudier cette génétique à compter de la semaine prochaine, mais avant, il te faut saisir un autre mécanisme: celui de la reproduction cellulaire.

La partie 2 de ce mini-cours te l'expliquera.

D'ici là, je te propose un exercice sur la synthèse des protéines; il est dans ton Cahier de Travail à la fin de la Partie 1. Que tu fasses cet exercice au centre ou chez toi, il est important de t'y appliquer car cela va t'obliger à revoir les étapes de la synthèse des protéines. Ce sera aussi, je crois, une bonne façon de les retenir.

Au revoir!

MUSIQUE

Partie 2

MUSIQUE

Bonjour!

Tu as vu dans les étapes précédentes le mécanisme de la duplication de l'ADN. On y affirmait que la duplication de l'ADN dédoublait les chromosomes, prélude à la division cellulaire.

Mais pourquoi la cellule se divise-t-elle? Nous disons habituellement que les cellules, en se divisant, amènent l'organisme à croître. Ceci n'est pas faux mais pourquoi les cellules ne pourraient-elles par croître elles-mêmes i.e. uniquement augmenter leur dimension sans se diviser? La raison est celle-ci: chaque cellule a une dimension maximum qu'elle ne peut dépasser sans entraver son fonctionnement. Lorsqu'elle a atteint cette dimension maximum, la cellule devient le siège des processus qui vont l'amener à se diviser pour former deux cellules.

L'étape 7 te présente les notions préliminaires à la compréhension de ce mécanisme.

MUSIQUE

Tu vas maintenant visionner deux petits films: le premier est un dessin animé représentant une mitose de cellule animale; l'autre montre des cellules végétales vivantes en train de se diviser: ce sont des images assez extraordinaires que tu ne pourrais pas observer dans ton microscope. Après le visionnement de ces deux films, passe à la table de démonstration. Des modèles en trois dimensions illustrent chacune des phases; l'absence de mouvement te permettra de mieux observer les caractéristiques de chaque phase. Après cela, tu reviendras à l'écoute.

MUSIQUE

Ces deux films que tu as visionnés tantôt sont intéressants mais ils ne nous permettent pas d'observer à fond toutes les étapes de la division. Pour ce faire,tu vas observer au microscope, à un grossissement de 400X, une coupe d'une racine d'oignon. Tu y verras, près de la pointe de la racine, toute une série de cellules qui sont en voie de division et qui ont été bloquées à divers stades, lors de la coloration de la préparation sur la lame de verre. Retrouve sur la lame chacun des stades illustrés dans le Cahier de Documents. Il faut évidemment que tu déplaces la lame pour retrouver dans un champ ou dans l'autre divers stades de la mitose. N'oublie pas que la division cellulaire est un processus dynamique où les chromosomes sont en mouvement. En tuant les cellules pour faire le montage, on a arrêté subitement le mouvement des chromosomes; ainsi, on peut observer tantôt une cellule en début de prophase, tantôt une autre cellule en fin de prophase, tantôt une autre cellule en fin d'anaphase: autant de cellules autant de phases différentes, car les cellules ne se divisent pas toutes simultanément. Bonne observation! Tu reviendras ensuite à l'écoute.

MUSIQUE

C'est maintenant le temps de passer à l'étape 8 de ton Cahier qui te donne le détail de chaque phase de la division d'une mitose, animale, cette fois.

Compare les schémas de cette étape 8 qui décrit la mitose animale avec les phases correspondantes observées au microscope ou sur les photos du Cahier de Documents qui illustrent une mitose végétale.

MUSIQUE

Pour terminer ce mini-cours, tu vas réaliser à l'aide de modèles de chromosomes et de schémas de cellules, tu vas réaliser, dis-je, une mitose ...théorique. Tu trouveras sur ta table le jeu de chromosomes nécessaire à cet exercice et les instructions qui s'y rapportent, dans le Cahier de Documents. Sur ce, au revoir. A la prochaine!

MUSIQUE

Mini-cours 5

LA MEIOSE ET LES GENES

Partie 1

MUSIQUE

Bonjour,

Si tu te rappelles bien, l'étape 7 du dernier mini-cours portant sur l'activité nucléaire, te parlait des deux types de divisions cellulaires, la mitose et la méiose. Le mécanisme de la mitose est celui qui est utilisé pour la multiplication d'à peu près toutes les sortes de cellules; c'est ce mécanisme de la mitose qui permet à l'organisme de croître ou encore de remplacer ses cellules mortes ou usées. Le mécanisme de la méiose, par contre, sert uniquement pour la fabrication des cellules reproductrices, c'est-à-dire pour la fabrication des gamètes. Ces gamètes sont, chez la femme, les ovules et chez l'homme, les spermatozoïdes. Nous verrons plus loin pourquoi la méiose est employée, et non la mitose, pour la fabrication de ces gamètes. Pour l'instant, tu vas revoir la mitose, mais avec une présentation un peu différente. Etudie l'étape 1 de ton Cahier et compare avec l'étape 8 du dernier mini-cours.

MUSIQUE

J'espère que ceci clarifie tes connaissances sur la mitose; nous emploierons le même genre de dessin pour la méiose que nous verrons tantôt. Avant de passer aux détails du mécanisme de la méiose, va travailler l'étape 2 qui te démontre la nécessité de la méiose.

MUSIQUE

La fabrication des gamètes doit donc utiliser un mécanisme de division cellulaire qui réduit de moitié le nombre de chromosomes. Ce nouveau mécanisme, c'est celui de méiose.

L'étape 3 te présente une vue d'ensemble comparée de la mitose et de la méiose; nous reviendrons plus loin sur les détails de la méiose.

Place sous tes yeux la figure 3 qui te présente schématiquement le mécanisme par lequel la division méiotique réduit de moitié le nombre de chromosomes. Les étapes de la méiose sont représentées à droite.

Remarque en (2) que les 2 chromosomes dédoublés, donc quatre chromatides, se rapprochent l'un de l'autre pour former une tétrade; tétrade vient du grec tétra qui veut dire quatre. Et, au moment de la métaphase, les centromères ne se divisent pas, mais les deux chromosomes homologues se séparent l'un de l'autre et migrent aux pôles opposés de la cellule; et les deux cellules résultant de cette première division, en (3), contiennent alors chacune un seul chromosome, toutefois dédoublé.

Alors que dans la mitose, que tu vois à gauche, le centromère se divise et chaque chromatide libérée devient un chromosome à l'intérieur des deux cellules-filles en (4); chacune de celles-ci contient deux chromosomes.

La méiose se continue par une deuxième division au cours de laquelle, cette fois, le centromère se divise; chaque chromatide libérée devient un chromosome pour chacune des cellules-filles en (4).

Revois attentivement cette figure 3, réponds aux questions qui la suivent, et passe ensuite à l'étape 4.

MUSIQUE

Ce procédé de division complexe qu'on appelle méiose et qui a pour fonction de réduire de moitié le nombre de chromosomes se déroule dans certaines cellules des organes génitaux, ovaires chez la femme, testicules chez l'homme. Les cellules résultantes de la méiose sont donc en fait les gamètes, c'est-à-dire ovules et spermatozoïdes, ce qui explique tes déductions de l'étape 2, à savoir que les gamètes ne contiennent chez l'homme et la femme que 23 chromosomes, alors que toutes les autres cellules du corps, les cellules non-reproductrices, contiennent 46 chromosomes ou 23 paires.

Pour t'expliquer la méiose, nous avons considéré une cellule avec 2 paires de chromosomes, ce qui donnait 4 types possibles de gamètes. Chez l'homme qui a 23 paires de chromosomes, le nombre de types possibles de gamètes est de plus de 8 millions, soit 2 à la puissance 23.

Passe à l'étape 5 qui t'explique comment trouver rapidement les types possibles de gamètes.

MUSIQUE

Pour terminer cette première partie du mini-cours, j'aimerais que tu fasses un exercice qui te permettra de vérifier si tu comprends bien le mécanisme de la méiose.

Avant de faire cet exercice, sois certain ou certaine d'avoir bien compris les étapes 3, 4 et 5 du Cahier. Si tu n'as pas bien saisi, il ne te sert à rien de continuer; tu ne pourrais comprendre la génétique du présent mini-cours, ni celle des deux prochains. Alors si tu n'as pas compris ces étapes, recommence ou demande des explications au professeur dans le Centre d'Apprentissage.

Une fois la méiose bien comprise, fais l'exercice sur la méiose; tu trouveras les instructions dans le Cahier de Documents sur ta table de travail. N'oublie pas de faire vérifier tes résultats par le professeur. Cet exercice termine la première partie du mini-cours. Au revoir!

Partie 2

Bonjour,

On a vu dans la première partie de ce mini-cours comment la méiose assure la formation de cellules sexuelles qui comportent un seul chromosome pour chaque paire d'homologues. Quand le zygote est formé à partir du spermatozoïde et de l'ovule, son contenu chromosomique doit comporter toutes les indications nécessaires pour la formation de l'individu complet; on dit qu'il contient tous les gènes responsables de l'apparition des caractères héréditaires.

Un caractère héréditaire, comme par exemple la couleur des yeux, apparaît grâce à une série de réactions biochimiques. Des enzymes sont nécessaires pour la bonne marche de ces réactions. Et tu te souviens que les enzymes sont des protéines dont la synthèse est dirigée par des molécules d'ADN.

Donc c'est une portion d'ADN qui est responsable de l'apparition d'un caractère héréditaire. Les gènes sont donc constitués d'ADN, ce sont des portions de chromosomes.

L'étape 6 de ton Cahier précise la notion de gène.

MUSIQUE

Maintenant que tu connais la notion de gène, regardons comment ces gènes peuvent être transmis des parents aux enfants. Nous prendrons comme exemple le caractère de la couleur des yeux dont nous avons déjà mentionné les deux allèles B et b. Étudie l'étape 7.

MUSIQUE

Le croisement que tu viens d'étudier est très simple mais si tu l'as bien compris, tu n'auras pas de difficulté pour comprendre les autres. Ce croisement n'étudiait qu'un seul caractère, soit celui de la couleur des yeux; on dit dans ce cas que le croisement est MONOHYBRIDE.

Il est bien évident qu'un tel croisement monohybride n'est qu'une simplification de l'esprit. En effet, quand un homme et une femme ont des enfants, ils ne leur transmettent pas que la couleur des yeux, mais toute la série de caractères qui sont héréditaires dans l'espèce humaine. Il est impossible d'étudier la transmission de tous ces caractères à la fois; nous allons quand même étudier un croisement un peu plus complexe que le croisement monohybride, soit le croisement DIHYBRIDE, c'est-à-dire un croisement où l'on considère deux caractères à la fois. L'étude de ce croisement dihybride se trouve à l'étape 8.

MUSIQUE

Les choses se compliquent donc lorsqu'il y a deux caractères considérés dans un croisement. Tu pourras travailler, si tu le veux, à faire des croisements à trois caractères, et même plus, si tu t'en sens le courage. Examinons maintenant autre chose: on a remarqué qu'à cause de la dominance du gène B sur le gène b dans le contrôle de la couleur des yeux, les enfants ayant les yeux bruns peuvent être de génotype BB ou Bb. Comment déceler le génotype exact d'un enfant aux yeux bruns, donc à phénotype dominant ? Pour cela on procède, chez les plantes ou les animaux, à ce que l'on nomme un croisement d'épreuve. Chez l'homme, il faudrait espérer que cet enfant épouse une personne aux yeux bleus et ensuite examiner la couleur des yeux de leurs enfants. Va voir en quoi consiste ce croisement d'épreuve à l'étape 9.

MUSIQUE

Dernière étape, l'étape 10 discute de l'absence de dominance. Qu'entend-on par absence de dominance ? Voici: jusqu'a présent nous avons considéré des caractères contrôlés par des gènes dominants et récessifs. Dans certains cas, les deux gènes contrôlant un caractère ne sont pas un dominant, l'autre récessif. Dans ces cas-là, les deux gènes ont la même force. Un exemple de ceci, c'est la couleur des fleurs du muflier... qu'on appelle aussi Gueule-de-loup.

Quand on fait un croisement entre fleurs rouges et fleurs blanches, on constate qu'aucune des deux couleurs ne domine l'autre. Va lire l'étape 10.

MUSIQUE

Donc, dans les cas où il y a absence de dominance, le phénotype des individus hétérozygotes est différent des phénotypes des homozygotes, dans le cas du muflier, les fleurs sont roses et non pas rouges ou blanches. Les conséquences de ceci sont que, si on croise deux plantes à fleurs roses, donc si on fait un croisement comme celui de la couleur des yeux à l'étape 7, les résultats du croisement seront tels que le rapport phénotypique sera le même que le rapport génotypique, c'est-à-dire un rapport 1:2:1. En effet, nous obtiendrons (fais le croisement et tu vas voir) un rapport génotypique qui sera 1 RR, 2RR', 1R'R' ce qui nous donnera un rapport phénotypique de 1:2:1, soit 1 muflier rouge pour 2 mufliers roses pour 1 muflier blanc. Dans le cas d'absence de dominance, les rapports génotypique et phénotypique sont les mêmes, à la suite d'un croisement entre hétérozygotes. Inscris ces résultats dans ton Cahier à la suite de l'étape 10 et reviens à l'écoute.

MUSIQUE

A la fin du mini-cours dans ton Cahier, j'ai dressé une liste de problèmes. Il faut absolument que tu réussisses à faire ces problèmes pour remplir l'objectif 12. Pour conclure le mini-cours, je voudrais uniquement te mentionner que la génétique que tu viens de faire constitue ce que l'on appelle la génétique mendélienne, c'est-à-dire, l'ensemble des lois que Mendel a trouvées vers 1850. Mendel était un chercheur très perspicace, puisque, lorsqu'il a effectué ses travaux, on ne connaissait ni la structure de l'ADN, ni les phases de la méiose, ni les gènes.

Mendel a donc découvert les lois de base de la génétique, uniquement par déduction logique des résultats de ses croisements avec des petits pois. Ce n'est qu'en 1900 qu'on découvrit la valeur de ces lois et que la génétique prit un nouveau départ. A partir de 1900, plusieurs chercheurs se mirent à la tâche et découvrirent toute une série d'exceptions aux lois de Mendel; ces nouvelles connaissances constituent la génétique post-mendélienne et c'est le sujet de ton prochain mini-cours.

Au revoir!

MUSIQUE

Mini-cours 6

GENETIQUE POSTMENDELIENNE

Partie 1

MUSIQUE

Bonjour!

Bienvenu à ce mini-cours 6 sur la génétique postmendélienne. Tu connais déjà les règles fondamentales de la transmission des caractères héréditaires. Avec le mini-cours portant sur la méiose et les gènes, tu es sensé posséder toutes les bases de la génétique. A la fin de ce dernier mini-cours, on t'a parlé de Mendel; tu sais que les travaux de Mendel ont été effectués à une période où l'étude de la cellule était très peu développée; la théorie cellulaire de Schleiden et Schwann remonte aux environs de 1850 et à ce moment-là, Mendel avait presque complété ses travaux. De toute façon , la théorie cellulaire ne faisait qu'affirmer l'existence universelle des cellules chez les êtres vivants; elle ne disait rien du contenu et de la constitution des cellules.

Ce n'est que vers les années 1900 qu'on commence à connaître plus à fond la structure de la cellule et ses mécanismes de fonctionnement comme, par exemple, le comportement des chromosomes lors de la méiose. C'est à cette même époque qu'on redécouvrit les travaux de Mendel. A partir de ce moment, la confrontation des deux sciences génétique et cytologie a donné naissance à une nouvelle science: la cytogénétique. Le mini-cours que tu abordes est un compte-rendu des principales découvertes faites à partir de cette date par des cytogénéticiens comme Bridges, Morgan, Sutton et plusieurs autres.

Comme ces travaux ont été effectués après Mendel, on parle de génétique post-mendélienne. La plupart des notions que tu vas rencontrer dans ce mini-cours représentent des exceptions aux lois que tu as déjà étudiées... La première notion qu'il te faut acquérir est celle de l'hérédité liée au sexe. Avant de voir cette notion, il te faut parcourir certaines étapes. Va tout d'abord lire la première partie de l'étape 1, portant sur le caryotype.

MUSIQUE

Donc, 23 paires de chromosomes, chez l'homme et la femme. On peut par des techniques spéciales, observer ces chromosomes lors de la division cellulaire et les photographier. La photo ainsi obtenue nous montre les 46 chromosomes d'un homme ou d'une femme étalés de façon désordonnée. On procède ensuite par montage à l'appariement des chromosomes par paire, ce qui nous donne 23 paires. Un tel montage représente le caryotype. Va étudier les caryotypes de l'homme et de la femme, caryotypes qui sont dans le Cahier de Documents.

Une fois que tu auras bien observé ces photos, va compléter la deuxième partie de l'étape 1 de ton Cahier.

MUSIQUE

J'espère que tu as bien répondu à ces questions de l'étape 1 en mentionnant que la différence existe au niveau de la 23ième paire: la femme possède 2 chromosomes X alors que l'homme possède un chromosome X et un chromosome Y. Ces chromosomes de la paire 23 sont ceux qui déterminent le sexe de l'individu; si il y a un Y, on a un homme, s'il n'y en a pas, on a une femme. Tu vois qu'un petit bout de chromosome en plus ou en moins, ça peut changer pas mal de choses.

Ces deux chromosomes X et Y sont appelés hétérochromosomes, alors que les autres sont appelés autosomes. Va lire l'étape 2, qui te parle du contenu des hétérochromosomes.

MUSIQUE

Donc, dans les cellules du mâle dans l'espèce humaine, certains gènes n'existent pas sous forme de paires d'allèles; en effet, ces gènes, portés par le chromosome X n'ont pas de correspondant sur l'Y. Ce fait est très important pour cette notion d'hérédité liée au sexe que nous aborderons bientôt. Mais avant, j'aimerais que tu parcoures minutieusement l'étape 3 en te servant des connaissances que tu as acquises la semaine dernière.

MUSIQUE

Tu as réussi à trouver une explication au résultat de cette enquête? En fait, c'est un cas d'hérédité liée au sexe: le caractère du daltonisme est contrôlé par des gènes qui sont situés sur la paire 23, c'est-à-dire la paire de chromosomes X et Y. Va lire attentivement l'explication que je te donne à l'étape 4.

MUSIQUE

Tu comprends maintenant ce qu'est l'hérédité liée au sexe? Tu viens de voir que plusieurs caractères sont contrôlés par des gènes situés sur la paire de chromosomes 23. Remarque en passant que ces deux chromosomes 23 qui déterminent le sexe de l'individu ne portent pas nécessairement des gènes qui amènent l'apparition des caractéristiques sexuelles qui différencient l'homme de la femme. Tout le phénomène de l'hérédité liée au sexe est dû au chromosome Y de l'homme qui ne contient pas tous les gènes que contient le chromosome X.

Nous passons maintenant à la notion d'allèles multiples. Je te rappelle brièvement la notion d'allèles: les allèles sont des gènes compagnons qui contrôlent un caractère déterminé. Par exemple, dans le cas du daltonisme,

le gène grand D est l'allèle du gène petit d et le gène petit d est l'allèle du gène grand D. Jusqu'ici tu n'as étudié que des caractères contrôlés par 2 gènes allèles, mais certains caractères sont contrôlés par plusieurs allèles. Avant d'aborder cette notion d'allèles multiples, il te faut revoir la notion de lieu chromosomique. Va lire l'<u>étape 5.</u>

MUSIQUE

Le lieu chromosomique est double. Ceci signifie que, pour un caractère donné, un gène est situé à un certain endroit sur un chromosome d'une paire et l'autre gène est situé au même endroit sur l'autre chromosome de la paire.... Maintenant, tu es prêt pour la notion d'allèles multiples; va l'étudier à l'aide de l'exemple le plus simple dans ce domaine: celui des groupes sanguins, qui se trouve à l'<u>étape 6.</u>

MUSIQUE

Ceci pour la notion des allèles multiples. Donc, un caractère peut être contrôlé par plusieurs gènes allèles. Ces gènes n'existent pas tous chez un individu, car chaque individu ne peut posséder plus de 2 gènes pour un caractère, mais dans l'ensemble des individus d'une population tous ces allèles sont présents... Passons maintenant à la troisième notion de ce mini-cours, celle de la non-disjonction. Si tu te rappelles bien, lors de la méiose, c'est-à-dire du mécanisme qui produit les gamètes, spermatozoïdes et ovules, la séparation qui se produit à l'anaphase de la première division fait que les deux membres d'une paire de chromosomes homologues se séparent l'un de l'autre et vont chacun dans un gamète différent. Il peut arriver par accident que cette séparation ou disjonction ne se produise pas. On parle alors de non-disjonction des homologues. Va étudier tout ce qui concerne cette non-disjonction à l'<u>étape 7</u>.

MUSIQUE

Pour terminer cette première partie, je te propose de résoudre quelques problèmes pour te familiariser avec les notions d'hérédité liée au sexe, d'allèles multiples et de non-disjonction. Revois les étapes correspondantes lorsque c'est nécessaire.

MUSIQUE

Partie 2

MUSIQUE

Bonjour!

Nous passons maintenant à la deuxième partie du mini-cours 6. Cette partie concerne toutes les implications génétiques résultant de la notion de gènes liés. Va d'abord étudier cette notion à l'<u>étape 8</u>.

MUSIQUE

Maintenant que tu connais cette notion de gènes liés, va résoudre le problème de l'<u>étape 9</u> en te servant des connaissances que tu as acquises la semaine dernière concernant le dihybridisme.

MUSIQUE

Je suppose que tu as trouvé 4 génotypes possibles, soit FfBb, Ffbb, ffBb et ffbb et aussi 4 phénotypes possibles, chacun dans une proportion de 25%, soit cheveux foncés/yeux bruns, cheveux foncés/yeux bleus, cheveux blonds/yeux bruns et cheveux blonds/yeux bleus... En fait ces résultats sont faux... et tu ne pouvais le deviner parce qu'il n'est pas mentionné que ces deux caractères que l'on avait considéré comme non-liés sont en fait contrôlés par des gènes liés. Va voir l'allure réelle du croisement à l'<u>étape 10</u>.

MUSIQUE

Bon... ça commence à devenir intriguant. A l'étape 9, je te fais faire un croisement qui te donne 4 phénotypes, puis je te dis que c'est faux; puis, à l'étape 10, je t'explique pourquoi c'est faux. L'étape 10 semble alors prouver que deux phénotypes auront des proportions de 50% chacun, alors que les deux autres auront des proportions de 0% chacun. En fait, les 4 phénotypes que tu as trouvés à l'étape 9 peuvent exister dans la progéniture de ce couple même si les gènes sont liés parce qu'il y a un autre mécanisme qui entre en jeu dans le cas des gènes liés, c'est celui de l'enjambement; cependant dans ce cas, les proportions de 25% pour chaque type ne se retrouvent pas. Va lire l'étape 11 qui t'explique ce mécanisme et clarifie tout cela.

MUSIQUE

Tu as ce croisement devant toi ? On te montre tout d'abord, dans le petit tableau, les 2 caractères impliqués. Le premier, soit la couleur de la fleur, offre comme possibilités 2 allèles, pourpre et rouge (pourpre dominant sur rouge); le deuxième, la forme du grain de pollen, montre aussi 2 allèles, long et rond (long dominant sur rond).

Essaie de faire le croisement de trois façons: soit en supposant que les gènes ne sont pas liés, puis qu'ils sont liés sans enjambement e enfin liés avec enjambement. Dans chacun des cas, trouve les divers types de gamètes pour le mâle et pour la femelle, puis les phénotypes possibles à la F_1 avec leurs proportions. Transcris ces résultats dans ton Cahier et reviens à l'écoute.

MUSIQUE

Pour la femelle, il n'existe bien entendu qu'un type de gamètes car elle est homozygote. Pour le mâle, on a les 4 types de gamètes en proportion égale si les gènes sont non-liés. Si les gènes sont liés sans enjambement, il n'y a que 2 types de gamètes mâles. Si les gènes sont liés avec enjambement, on retrouve les quatre types car l'enjambement ne se fait pas dans tous les gamètes de l'individu. Ce qui diffère, c'est la proportion entre ces 4 gamètes. Elle ne peut être connue sans observer les rejetons produits par ces gamètes. C'est pourquoi à la F_1 on est obligé de te fournir les résultats qu'a donnés ce dernier croisement.

Dans le cas des gènes non-liés, tu as dû trouver 4 phénotypes dans la proportion de 25% chacun. Dans le cas des gènes liés sans enjambement, tu as dû trouver seulement deux types, soit ceux qui sont identiques aux phénotypes des parents, donc les combinaisons parentales. Le 3e cas représente ce qu'on obtient dans la réalité lorsqu'on rajoute le phénomène de l'enjambement. En plus des combinaisons parentales, apparaissent les deux autres phénotypes qui sont produits par enjambement i.e. les recombinants.

A partir des données expérimentales que te fournit ton Cahier, j'aimerais maintenant que tu calcules le pourcentage d'enjambement i.e. le pourcentage d'individus appelés recombinants dans la progéniture et que tu l'indiques dans ton Cahier. Tu trouveras d'ailleurs dans ton Cahier la méthode de calcul.

MUSIQUE

Le pourcentage d'enjambement que tu dois obtenir est 12.4%. Voici comment on procède: tu prends tout simplement la somme des recombinants, ce sont ceux qui sont apparus à la F_1 à cause de l'enjambement, tu divises par la somme totale de plants obtenus et tu multiplies par 100... Ceci te donne 12.4%, c'est-à-dire le pourcentage d'individus produits à cause du mécanisme de l'enjambement.

Ces pourcentages d'enjambement nous donnent une indication bien précieuse sur les gènes liés; ils nous permettent en effet de savoir si les gènes sont rapprochés ou éloignés sur la paire de chromosomes. Ces indications ont amené les chercheurs à construire des cartes de chromosomes par un procédé qu'on nomme la cartographie chromosomique. Va étudier l'étape 12 qui t'explique la nature de ce procédé.

MUSIQUE

Je suppose que tu as bien trouvé cet ordre-ci des gènes sur le chromosome: de gauche à droite, les gènes X, Z et Y. Ces exemples te montrent de quelle façon on procède pour cartographier 3 gènes. Avec de la patience et surtout des espèces qui se reproduisent plus vite que l'homme, on peut arriver à cartographier plusieurs dizaines de gènes sur chaque chromosome. Ainsi la drosophile, une petite mouche que l'on retrouve souvent dans les étalages de fruits, et qui produit une nouvelle génération à tous les 10 ou 12 jours et non à tous les 20 ans comme c'est le cas chez l'homme, la drosophile, dis-je, est bien connue sous cet aspect.

Va voir en démonstration la carte simplifiée des 4 paires de chromosomes de la drosophile.

Avant de te quitter, pour te permettre d'assimiler ce mini-cours, je t'invite avec beaucoup d'insistance à faire quelques problèmes dont tu trouveras les énoncés dans ton Cahier de Travail.

MUSIQUE

Mini-cours 7

MUTATION ET GENETIQUE HUMAINE

MUSIQUE

Bonjour!

Le présent mini-cours est le dernier que tu fais dans le cadre du chapitre sur la génétique. Il porte sur la génétique humaine, mais il aborde, avant, la question des mutations.

Si tu te rappelles bien, dans le dernier mini-cours portant sur la génétique postmendélienne, on a effleuré la question des mutations en parlant des allèles multiples: on y disait que les mutations étaient la cause de l'apparition, au cours de l'évolution, de plusieurs gènes pour un caractère donné. Dans ce cas, il faut que les mutations se produisent dans les cellules reproductrices pour être transmises de génération en génération. En effet, si une mutation se produit, par exemple, dans un ovule, cet ovule, une fois fécondé et devenu un oeuf se développera et donnera un enfant. Cet enfant possèdera la mutation non pas uniquement dans ses cellules sexuelles mais dans toutes ses cellules puisque toutes ses cellules proviennent de la multiplication de cet oeuf initial par mitose.

Les mutations peuvent aussi affecter les cellules non-sexuelles ou cellules somatiques, on parle alors de somations. Ces somations peuvent causer des choses aussi différentes qu'un grain de beauté ou un cancer. Va lire maintenant l'<u>étape 1</u> de ton Cahier de Travail qui te parle des types de mutation.

MUSIQUE

On pourrait parler beaucoup plus longuement des mutations mais ça serait sortir du cadre du cours. Tu dois te dire: "C'est pas si grave que

ça une mutation! Qu'est-ce que ça peut faire qu'une base azotée disparaisse ou se change en une autre alors que chaque cellule en possède des centaines de milliers." Va lire l'étape 2 qui te montre les effets d'une mutation.

MUSIQUE

Le tableau qui continue l'étape dans ton Cahier te montre tout d'abord la cause fondamentale de cette maladie i.e. la substitution d'une base azotée de l'ADN. Cette substitution amène la formation d'un ARN messager contenant un faux codon.

Ce faux codon entraînera la production de molécules d'hémoglobine anormale à cause du changement d'un acide aminé, l'acide glutamique par un autre, la valine. Cette hémoglobine anormale donne aux globules une forme de faucille et baisse leur capacité de fixation de l'oxygène. Les conséquences de ces deux effets sont énumérées: la mauvaise captation d'oxygène entraîne une anémie, d'où une fatigue générale; le coeur, pour tenter de suppléer à cette déficience, travaille plus vite et se fatigue, ce qui peut avoir des effets sur tout l'organisme. D'un autre côté, la forme en faucille des globules entraîne la formation de caillots dans les vaisseaux sanguins, d'où une mauvaise circulation qui peut provoquer des paralysies, des pneumonies, du rhumatisme, etc....

Tu vois que la substitution d'une base azotée par une autre, ça peut causer pas mal de troubles! Beaucoup de mutations passent inaperçues, mais certaines causent des torts irréparables... Regarde dans ton Cahier de Documents les photos qui comparent les globules rouges normaux à des globules rouges en forme de faucille et reviens à l'écoute.

MUSIQUE

En fait, les lois de la génétique humaine sont les mêmes que celles de la génétique des plantes ou des autres animaux; tu sais que la couleur des yeux est un caractère qui se transmet selon les lois de Mendel. Mais savais-tu que la longueur des cils était héréditaire, ou encore la largeur des narines et des lèvres ou encore certaines formes de maladies mentales ? Beaucoup de caractères humains sont reconnus comme étant héréditaires; nous en verrons d'autres tantôt. Ce qui est vraiment différent en génétique humaine, ce sont les méthodes d'étude. Va lire l'<u>étape 3</u> et y faire le travail demandé.

MUSIQUE

Tu ne sais pas comment répondre aux question ? Je vais t'expliquer; d'abord la première question: le caractère étudié est-il amené par un gène dominant ou récessif ? Place d'abord devant toi le pédigree de l'<u>étape 3</u>... Première hypothèse; le caractère est dominant.... Donc les individus 3 et 5 de la deuxième génération,qui affichent le caractère étudié, ont comme génotypes possibles Aa ou AA. De toutes façons, ils ont au moins un grand A.... Ce grand A,ils l'ont reçu d'un de leur parent.... mais si un de leur parent possédait un grand A, ce parent afficherait aussi le caractère étudié puisque notre hypothèse dit que le caractère est amené par un gène dominant grand A... Comme aucun des deux parents n'affiche le caractère, il s'ensuit que notre hypothèse est fausse...

La seule autre hypothèse est que le caractère étudié est amené par un gène récessif. Dans ce cas, les individus 3 et 5 ont comme génotype aa; ils ont donc reçu un petit a de chacun de leur parent; comme ces parents n'affichent pas le caractère, ils ont aussi chacun un grand A.

Les parents ont donc comme génotype Aa et notre deuxième hypothèse est bonne: le caractère est récessif. Tu vois comment on procède ? Il suffit de connaître les lois de la génétique et d'utiliser un peu de logique.

Passons à la deuxième question: quels sont les génotypes possibles des 7 individus du pédigree? On en connaît déjà 4 dont on est certain; les deux parents sont Aa et les enfants 3 et 5 sont aa. Pour ce qui est des autres enfants (les numéros 1, 2 et 4), ils possèdent au moins un grand A puisqu'ils n'affichent pas le caractère; mais leur deuxième gène peut être A ou a, car il est possible d'avoir des enfants AA et des enfants Aa à partir de parents Aa. Les génotypes possibles des enfants 1, 2 et 4 sont donc AA ou Aa. Il faudrait attendre une autre génération pour éventuellement départager ces deux génotypes possibles.

Maintenant tu sais de quelle façon faire l'analyse d'un pédigree. Va mettre tes talents à l'<u>étape 4</u>.

MUSIQUE

Si tu veux vérifier tes réponses, consulte le solutionnaire en démonstration. J'espère que tu as tout de même trouvé que le caractère était récessif en examinant les enfants nés de l'union entre les individus 3 et 4 de la première génération!

Je vais maintenant te donner les détails d'un travail à la fois amusant et enrichissant que j'aimerais que tu fasses. Il va s'agir pour toi, de construire un pédigree de ta famille pour certains caractères. Ce travail que tu feras plus tard, chez toi, peut se faire par téléphone et peut porter sur un, deux ou trois caractères; pour chaque caractère sur lequel tu décideras de faire une enquête, il te faut construire un pédigree et faire le travail que tu as fait à l'<u>étape 4</u>. Pour avoir plus de détails sur cette enquête, va voir l'<u>étape 5</u>.

MUSIQUE

Tu es libre de faire cette enquête, mais je te la suggère fortement. Lorsque tu auras rédigé ton pédigree, fais-le vérifier par ton professeur. En effectuant cette enquête, tu découvriras qui est récessif pour les 3 caractères énumérés. Tu pourras même apprendre à certains de tes parents quel est leur génotype pour ces caractères.

En plus de ces 3 caractères, il en existe évidemment plusieurs autres qui sont reconnus comme étant héréditaires. Va ensuite consulter l'<u>étape 6</u> qui t'en donne une liste partielle; ensuite tu iras voir, en démonstration, une série de photos qui illustrent quelques-uns de ces caractères, avec leurs variantes dans l'espèce humaine.

MUSIQUE

Dernier point de ce mini-cours, la question de l'eugénisme. L'eugénisme est une science très controversée. Qu'il te suffise de savoir que lorsque HITLER décida d'éliminer des millions de Juifs, il s'appuyait faussement sur des idées eugéniques. Et lorsqu'il créa des centres d'amélioration de la race allemande, où on accouplait les plus vaillants et les plus forts soldats allemands avec les plus belles allemandes blondes aux yeux bleus, c'était encore pour des raisons eugéniques. Pour les mêmes raisons, mais avant qu'on parle d'eugénisme, les Grecs de la ville de Sparte se débarrassaient de leurs enfants nés avec des infirmités en les jetant dans un précipice! Va lire l'<u>étape 7</u> qui t'en dit plus long sur l'eugénisme.

MUSIQUE

Pour terminer ce mini-cours, je te propose des problèmes d'analyse de pédigree à l'<u>étape 8</u>. Avec ce mini-cours se termine notre étude de la génétique.

Au revoir!

MUSIQUE

Mini-cours 8

SYSTEME NERVEUX I

ANATOMIE ET HISTOLOGIE DU SYSTEME NERVEUX

Partie 1

MUSIQUE

Bonjour,

Le mini-cours que tu abordes aujourd'hui étudie l'anatomie du système nerveux humain. Ce système, de concert avec le système endocrinien que nous verrons plus loin, se charge de coordonner l'activité des millions de cellules de l'organisme.

Il y a dans l'être vivant toute une série de fonctions qui le mettent en relation avec le monde extérieur et avec son monde intérieur. Ces fonctions lui permettent de prendre connaissance de ces mondes, d'en percevoir les variations et de réagir à ces variations, de façon à assurer sa conservation.

Ceci suppose qu'il possède les instruments qui lui permettent de recueillir ces informations, de les sélectionner, de les intégrer de manière à répondre par une réaction d'ensemble appropriée à la situation.

Le système nerveux et le système endocrinien assurent ces fonctions. Ce sont les deux grands systèmes intégrateurs et coordonnateurs de toutes les activités de l'organisme.

Commençons par analyser le mode de fonctionnement du système nerveux. Nous allons nous servir d'une expérience de tous les jours qui implique toutes les structures nécessaires à une activité nerveuse typique.

A la <u>figure 1</u> de ton Cahier de Travail, tu peux voir une bande illustrée, représentant le système nerveux en activité. Décris dans ton Cahier les phénomènes qui se passent.

MUSIQUE

La description que tu as pu faire des deux situations illustrées à la figure 1 peuvent varier selon tes connaissances antérieures sur le système nerveux.

Cependant, tu as sûrement découvert au moins les éléments suivants:

Dans la situation A, le sujet reçoit du monde extérieur une information : présence d'un breuvage chaud. Cette information est captée par deux types de récepteurs : la peau de la main et l'oeil qui voit le café fumant.

Cette information est acheminée vers les centres nerveux, moelle épinière et encéphale, grâce auxquels l'individu interprète la situation en fonction de son expérience, de ses goûts, etc. Ici c'est une personne, qui n'aime pas boire son café chaud. L'interprétation des informations étant faite, elle exprime son jugement en décidant de ne poser aucun geste, c'est-à-dire de ne pas boire.

En B, le café a tiédi. Cette nouvelle information parvient aux centres nerveux qui,analysant cette modification, traduisent leur jugement par un mouvement adapté à la nouvelle situation. Et dans ce cas, ils répondent à l'information reçue par une impulsion qui atteint les muscles du bras qui porte alors le verre à la bouche.

Donc, au phénomène extérieur de stimulation succède un phénomène intérieur de sensation, d'analyse et de décision qui suscite un nouveau phénomène extérieur de réponse à la stimulation.

La suite de l'étape 1 précise l'organisation générale du système nerveux.

MUSIQUE

Dans ce mini-cours et ceux qui viennent, nous ne tiendrons pas compte de cette division vie de relation-vie végétative, il serait artificiel

de vouloir le faire, les deux étant interdépendants. Cependant, certaines particularités du système de la vie végétative ne seront vues qu'au cours 931 où justement nous étudierons les fonctions végétatives.

Après cette parenthèse, revenons à l'organisation du système nerveux. On a vu de façon très générale l'organisation fonctionnelle du système nerveux; cette organisation fonctionnelle est supportée par une organisation structurale assez complexe.

La figure 3 de ton Cahier de Travail illustre l'ensemble du système nerveux.

(pause)

Les centres nerveux sont l'encéphale dans la boîte crânienne et la moelle épinière dans la colonne vertébrale. Les voies sensitives et les voies motrices qui relient ces centres aux récepteurs et aux effecteurs sont constituées par le réseau complexe des nerfs.

Va voir en démonstration la carte murale no 1, observe aussi le modèle représentant le tronc humain et ensuite passe à l'étape 2 de ton Cahier.

MUSIQUE

L'étape suivante va te permettre d'aborder en détails la description des structures nerveuses. Avant cela, fais donc le petit excercice-synthèse qui résume les deux premières étapes.

MUSIQUE

Nous allons nous attarder maintenant à la structure du centre nerveux principal, l'encéphale. Pour cela, tu vas observer un encéphale de mouton et le comparer à l'encéphale humain.

Sur la table de travail, dans le sac en plastique no 1, tu vas trouver un encéphale de mouton entier. Sors-le du sac et écoute la description que je vais t'en faire en l'observant minutieusement.

Place l'encéphale devant toi et examine la face dorsale telle que tu la vois à la figure 4 de ton Cahier de Travail.

Et je commence..... Tu vois sur la face dorsale, les hémisphères cérébraux qui constituent ce qu'on nomme le cerveau, et tu vois le cervelet. A la partie inférieure tu vois aussi une portion de la moelle épinière.

Remarque de quelle manière la surface des hémisphères cérébraux est plissée. Ces replis forment des circonvolutions. La surface du cervelet est plissée elle aussi. Ce cervelet comprend trois parties : la partie centrale se nomme vermis, les parties latérales, les hémisphères cérébelleux.

Prends l'encéphale dans tes mains en maintenant le cervelet entre les doigts de la main gauche et les hémisphères cérébraux entre ceux de la main droite. Soulève ainsi ces hémisphères pour les dégager délicatement du cervelet. Tu vois alors, sous les hémisphères cérébraux, en avant du cervelet, quatre masses jumelées, ce sont les tubercules quadrijumeaux. Les deux tubercules d'en avant, i.e. : les tubercules antérieurs, sont plus gros que les deux tubercules postérieurs.

Tu y remarques aussi un petit organe central, situé en avant des tubercules quadrijumeaux; c'est l'épiphyse... Ces structures contiennent des cellules nerveuses et servent de relais pour différents influx nerveux.

Pose les écouteurs et va chercher dans le centre un des modèles de l'encéphale humain, il y en a plusieurs; retrouve sur ce modèle les structures que tu as localisées sur l'encéphale du mouton. Note que chez l'homme,

les hémisphères cérébraux sont très développés et recouvrent presque totalement le cervelet. De plus, tu ne pourras soulever ces hémisphères cérébraux pour apercevoir les tubercules quadrijumeaux. Reviens ensuite à l'écoute.

MUSIQUE

Tourne maintenant l'encéphale entier de mouton et examine la face ventrale comme on la voit à la <u>figure 5</u> du Cahier de Travail.

Tu aperçois une nouvelle partie de l'encéphale, c'est la partie qui prolonge la moelle épinière vers l'avant et qui semble supporter le cervelet et les hémisphères cérébraux, c'est le tronc cérébral. Il comporte trois parties, le bulbe rachidien, en continuité avec la moelle, la protubérance annulaire, sorte de demi-anneau qui fait un pont entre les deux hémisphères cérébelleux; enfin les pédoncules cérébraux localisés entre les deux hémisphères cérébraux. Recherche ces trois parties du tronc cérébral sur le modèle d'encéphale humain et demande au professeur-consultant si tes identifications sont exactes. Reviens ensuite à l'écoute.

MUSIQUE

Observe attentivement encore l'encéphale de mouton et remarque le long du tronc cérébral, plusieurs paires de nerfs crâniens qui apparaissent pour plusieurs d'entre eux comme de courts segments filamenteux.

Ces nerfs véhiculent les influx nerveux qui arrivent à l'encéphale ou en sortent. Deux paires sont facilement identifiables. Les lobes olfactifs sont appliqués tout à fait à l'avant des hémisphères cérébraux et ils représentent les extrémités des nerfs olfactifs, la paire de nerfs crâniens numéro 1.

La deuxième paire est celle des nerfs optiques qui se croisent en arrivant à l'encéphale en forme de X,qu'on nomme le chiasma optique.

A l'arrière du chiasma optique,tu vas voir un petit trou qui détermine l'emplacement de la glande hypophyse arrachée lors de la dissection. Va voir le modèle d'encéphale humain pour comparer et termine ensuite l'étape 3 de ton Cahier de Travail en identifiant les structures indiquées sur les figures 6 et 7.

MUSIQUE

La masse de l'encéphale, dont tu viens de voir la morphologie externe, est constituée de milliards de cellules. Des recherches minutieuses ont révélé que des regroupements de cellules dans cette masse sont affectés à des fonctions définies. Mais l'interdépendance entre les parties de l'encéphale est très grande et il est difficile d'attribuer telle fonction à telle partie de façon exclusive. Avant d'observer de plus près la structure interne de l'encéphale, nous allons voir de façon globale quels sont les grands regroupements de cellules qu'on peut identifier dans l'encéphale et quel est, de façon générale, leur rôle.

Place sous tes yeux le schéma de la page 1 du Cahier de Documents. C'est un schéma simplifié qui dégage artificiellement les trois grandes parties de l'encéphale : le cerveau, le cervelet, le tronc cérébral.

Le tronc cérébral est la grande voie de transit qui relie le cerveau à la moelle épinière; certaines fonctions simples sont aussi assumées par ce tronc cérébral : des fonctions végétatives comme la régulation cardiaque et aussi des fonctions affectant le tonus musculaire. Le tronc cérébral est aussi chargé par sa formation réticulée de régulariser les divers niveaux de vigilance : sommeil ou attention.

Le cervelet, placé en dérivation du tronc cérébral, s'occupe de coordonner les contractions musculaires; grâce à lui nos mouvements sont harmonieux et efficaces.

Le cerveau constitue l'étage supérieur du système nerveux : il reçoit les informations des centres inférieurs et peut modifier l'activité de tous ces centres inférieurs. C'est au niveau de son cortex cérébral que se situent les cellules nécessaires aux phénomènes de conscience et de volonté. Les noyaux gris centraux enfouis dans la masse des hémisphères sont chargés des grandes fonctions végétatives et de l'intégration de toutes les fonctions reliées aux expressions émotives : peur, anxiété, plaisir, agressivité.

Lorsque nous expliquerons la physiologie nerveuse dans un autre mini-cours, nous détaillerons un peu mieux les fonctions des diverses structures nerveuses. En attendant, note dans ton Cahier, à l'étape 4, les grandes parties qu'on observe dans l'encéphale et résume brièvement leurs fonctions. Pour ce faire, il te faudra sans doute écouter à nouveau ce que je viens de te dire.

MUSIQUE

Après cette brève parenthèse sur les parties de l'encéphale et leurs fonctions, revenons à sa description. Tu t'es rendu compte avec ce que nous venons de voir qu'il serait nécessaire de décrire les structures internes de l'encéphale. Commençons avec la description des ventricules de l'encéphale.

On trouve en effet dans l'encéphale des cavités remplies de liquide, cavités que l'on appelle ventricules.

Regarde le schéma "1a" à la page 2 du Cahier de Documents, schéma qui illustre la position dans l'encéphale des quatre ventricules.

(pause)

Les deux premiers sont les ventricules latéraux, il y en a un dans chaque hémisphère cérébral.

Le troisième, peu volumineux, situé sous la partie supérieure des ventricules latéraux, se trouve entre les deux parties du thalamus. Tu peux voir sur le schéma "1b" la localisation précise de ce 3e ventricule et sa communication avec les 2 ventricules latéraux.

Reviens au schéma "1a" où on aperçoit le 4e ventricule qui communique avec le 3e par l'aqueduc de Sylvius. Il a une forme triangulaire et au-dessus de lui on retrouve le cervelet.

Tu as remarqué que les quatre ventricules communiquent entre eux; de plus, le 4e ventricule communique à son tour avec un canal étroit situé dans la moelle épinière.

Va identifier dans ton Cahier de Travail les quatre ventricules de l'encéphale sur la <u>figure 6</u> de ton Cahier.

MUSIQUE

On peut faire une coupe transversale de l'encéphale de mouton qui permet d'observer l'intérieur d'un hémisphère.

Tu trouveras un encéphale sectionné selon cette coupe dans un 2e sac de plastique. Sors cet encéphale de son sac.

Identifie ce que tu y vois en te servant de la <u>figure 9</u> de ton Cahier de Travail. Remarque que la substance grise se trouve en surface des hémisphères cérébraux, le cortex cérébral, et aussi sous forme de noyaux à l'intérieur des hémisphères. Le reste est occupé par de la substance blanche.

MUSIQUE

Reprends maintenant l'encéphale de mouton entier du sac no 1, tourne-le et place la face dorsale devant toi. Écarte les deux hémisphères cérébraux l'un de l'autre. Observe la lame de substance blanche qui les relie dans le fond de la scissure interhémisphérique; c'est le corps calleux. Il faut couper ce corps calleux et tout le tronc cérébral pour obtenir une coupe longitudinale médiane, dite sagittale, de l'encéphale. On a déjà fait cette coupe pour toi, sur un autre encéphale de mouton qui se trouve dans un 3e sac de plastique. Replace les encéphales 1 et 2 dans leur sac respectif et sors du sac 3 les deux parties de l'encéphale coupé longitudinalement. Place devant toi la partie sectionnée droite. Identifie maintenant toutes les structures que tu y vois à l'aide de la <u>figure 10</u> de l'<u>étape 4</u>.

MUSIQUE

Maintenant que tu connais les diverses structures visibles sur la coupe transversale de l'encéphale de mouton, tu vas transposer ces connaissances sur l'encéphale humain. Pour cela, tu vas utiliser la photo de la page 3 du Cahier de Documents. A l'aide de cette photo et de la <u>figure 10</u>, complète la légende de la <u>figure 11.</u>

MUSIQUE

Tu as cependant remarqué certaines différences entre l'encéphale de mouton et l'encéphale humain, même si toutes les structures sont correspondantes de l'un à l'autre.

A l'aide d'un modèle de l'encéphale humain et de la photo de la page 3 du Cahier de Documents, formule ces différences dans ton Cahier de Travail.

MUSIQUE

Avant de quitter le centre, je crois qu'il serait bon que tu revoies tous les modèles que tu as utilisés, que tu vérifies tes identifications et que tu te familiarises avec les nouveaux mots que tu as appris. N'oublie pas que le professeur-consultant est là pour t'aider à bien localiser les structures et à les identifier correctement.

Avec ceci tu auras terminé la première partie du mini-cours 8.

MUSIQUE

Partie 2

MUSIQUE

Dans la première partie de ce mini-cours, tu as observé la structure externe et la structure interne de l'encéphale. Pour ce faire, tu as utilisé des encéphales de mouton conservés.

L'encéphale de mouton à cause du liquide qui assure sa conservation présente une consistance semblable à celle du caoutchouc. En réalité, l'encéphale présente une texture gélatineuse qui se déformerait s'il n'était contenu dans la boîte crânienne.

Va voir en démonstration, sur un plateau, quelques cervelles fraîches et palpe-les délicatement pour te rendre compte de cette texture fragile. Reviens ensuite à l'écoute.

MUSIQUE

Donc, l'encéphale est abrité à l'intérieur de la boîte crânienne osseuse, elle-même recouverte de tissu adipeux ou graisse, de muscles et du cuir chevelu.

Regarde à nouveau la photo de la page 3 de ton Cahier de Documents.

Remarque au-dessus des fosses nasales le support osseux dont une petite cavité supporte la glande hypophyse. La boîte osseuse entoure complètement les hémisphères cérébraux et le cervelet. Elle est uniquement perçée à la base par le trou occipital qui assure la continuité de la moelle épinière avec l'encéphale.

Va voir en démonstration des modèles de boîte crânienne, le modèle du tronc humain aussi, et reviens à l'écoute.

MUSIQUE

L'encéphale, organe très délicat, n'est pas directement appliqué sur la boîte crânienne. Il en est séparé par un groupe de membranes qui lui assurent une protection supplémentaire et une irrigation sanguine nécessaire à sa nutrition. Ces membranes sont les méninges dont l'inflammation cause cette maladie qu'on appelle la méningite.

Regarde la photo de la page 4 du Cahier de Documents; elle est intitulée : Encéphale avec les méninges.

(pause)

La dure-mère, membrane résistante, tapisse l'intérieur de la boîte crânienne qui n'est pas représentée ici. Sous la dure-mère, une seconde membrane, l'arachnoïde, membrane élastique qui limite l'espace sous-arachnoïdien rempli de filaments, de vaisseaux sanguins et de liquide céphalo-rachidien. Cet espace sous-arachnoïdien est illustré en brun sur la photo. La dernière méninge est la pie-mère, une fine membrane qui épouse étroitement toutes les circonvolutions du cortex et du reste de l'encéphale.

Va identifier les différentes couches des méninges à la <u>figure 12</u> de ton Cahier.

MUSIQUE

Le liquide qui remplit les ventricules de l'encéphale et l'espace sous-arachnoïdien s'appelle le liquide céphalo-rachidien, céphalo parce qu'on le trouve dans la tête et rachidien parce qu'il baigne aussi la moelle épinière.

Ce liquide dérive du sang au niveau des ventricules 3 et 4. Regarde encore la photo de la page 4 où tu vois les deux endroits où ce liquide suinte des vaisseaux sanguins, ceux-ci représentés en rouge.

Le liquide cépnalo-rachidien s'écoule ensuite par un réseau de canaux, des ventricules à l'espace sous-arachnoïdien et à travers les granulations arachnoïdiennes, passe dans les sinus veineux où il retourne dans le courant sanguin.

En circulant dans les ventricules et dans l'espace sous-arachnoïdien, le liquide céphalo-rachidien assure la nutrition du tissu nerveux, et il assure aussi la protection de l'encéphale en absorbant les chocs.

Note ces rôles du liquide céphalo-rachidien dans ton Cahier.

MUSIQUE

Nous passons maintenant à l'étude de la deuxième partie du système nerveux central, c'est-à-dire : la moelle épinière.

Regarde la photo de la page 5 du Cahier de Documents. Tu y vois que la moelle épinière fait suite au tronc cérébral de l'encéphale. C'est un cordon de substance nerveuse qui se prolonge dans le canal rachidien de la colonne vertébrale jusqu'au niveau de la taille environ.

Le schéma de la page 6 du Cahier de Documents présente une coupe transversale d'une vertèbre avec la moelle épinière bien protégée à l'intérieur du canal rachidien. Remarque sur ce schéma, je vais te laisser le temps de l'examiner, que la moelle épinière comme l'encéphale est entourée des membranes de protection que sont les méninges, dure-mère, arachoïde et pie-mère. Observe bien la photo et le schéma des pages 5 et 6 et reviens à l'écoute.

MUSIQUE

Dans ton Cahier de Travail, la figure 13 montre un segment de la moelle épinière en coupe transversale. Les surfaces dorsales et ventrales sont marquées par un sillon médian qui divise sans les séparer complètement les deux moitiés de la moelle qui est bilatéralement symétrique. Remarque que le centre de la moelle est occupé par un canal étroit, le canal de l'épendyme, où circule le liquide céphalo-rachidien. Ce canal est en continuité avec les ventricules de l'encéphale.

La partie centrale de la moelle est disposée de façon telle que la forme de sa surface de section évoque la lettre H ou la forme d'un papillon. Cette partie centrale est constituée de substance grise comme le cortex des hémisphères cérébraux. Le pourtour est formé de substance blanche divisée en cordons. Remarque enfin que chaque nerf rachidien se divise en deux racines à proximité de la moelle. La racine dorsale porte un petit renflement appelé ganglion spinal.

Observe maintenant un modèle en trois dimensions d'un segment de moelle épinière. Il y a plusieurs de ces modèles dans le centre d'apprentissage. La légende de ce modèle se trouve dans le Cahier de Documents.

Va en chercher un et à l'aide de ce modèle, complète la légende de la figure 14 dans ton Cahier de Travail et réponds ensuite aux questions qui la suivent. Avant de revenir à l'écoute, revois les photos, le modèle, les dessins et assure-toi de bien comprendre l'architecture de la moelle épinière.

MUSIQUE

Nous venons de terminer la description des centres nerveux (encéphale et moelle épinière). Entre ces centres et les récepteurs ou effecteurs, il faut une ligne de transmission constituée par les nerfs. Un nerf est constitué de filaments, appelés fibres nerveuses, groupées en faisceaux.

Un nerf est un peu comme un gros câble téléphonique relié à un poste central. Dans le câble téléphonique, il y a des centaines de petits fils, et à chaque maison qu'il y a sur une rue, il y a deux ou trois petits fils qui quittent le câble pour relier le téléphone de la maison au poste central. Ainsi en est-il dans un nerf où des fibres nerveuses se détachent au niveau des récepteurs ou des effecteurs pour les relier au centre nerveux, moelle épinière ou encéphale.

Compare la figure 15 de l'étape 8 avec la photo de la page 8 du Cahier de Documents et complète cette étape. Elle te donnera aussi les diverses catégories de nerfs.

MUSIQUE

La description que nous venons de faire du système nerveux concernait les grandes structures observables : encéphale, moelle et nerfs. Mais comme tout organe du corps humain, les structures nerveuses sont faites de cellules, et il s'agit maintenant pour toi de situer les cellules nerveuses dans l'architecture du système nerveux. Les cellules nerveuses sont appelées neurones et leur rôle bien particulier,qui est de permettre la transmission des messages nerveux, se reflète dans leur structure.

Passe à l'étape 9 de ton Cahier et observe des cellules nerveuses, des neurones, qu'on a replacés dans l'architecture complète du système nerveux. Elles illustrent anatomiquement les trajets d'influx nerveux qu'on peut retrouver chez notre **buveur** de café de l'étape 1. Pour la voie sensitive, commence ton trajet au récepteur, et pour la voie motrice, commence-le au cortex moteur.

Sur les schémas de l'étape 9, on a beaucoup exagéré la taille des neurones, ceci pour les rendre visibles. Songe qu'il y en a des milliers dans le système nerveux; ils sont donc très petits en réalité.

MUSIQUE

Tous les neurones que tu as observés sur la voie sensitive et la voie motrice que tu viens de voir ont un caractère commun, c'est l'existence de prolongements, souvent très longs.

Nous allons décrire en détail un de ces neurones. Prenons le neurone numéro 1 de la voie motrice, c'est un neurone appelé neurone multipolaire.

Place devant toi la figure 20 qui te donne une vue schématique de ce neurone multipolaire.

Remarque d'abord l'allure générale de cette cellule : elle possède des prolongements qui peuvent s'étendre assez loin du noyau, de façon à mettre en contact des points du corps qui sont physiquement très éloignés.

Dans la partie supérieure, tu aperçois une structure massive, contenant un noyau : c'est le corps cellulaire du neurone, où sont situés, en plus du noyau, les organites typiques de toute cellule.

Tu peux maintenant remarquer que le cytoplasme de ce corps cellulaire se continue dans des prolongements qui sont de deux types : d'abord les dendrites qui, ici, sont courtes, nombreuses et très ramifiées tout autour du corps cellulaire.

Le deuxième type de prolongement est toujours unique, c'est l'axone. Il se ramifie à l'extrémité seulement, en ce qu'on appelle l'arborisation terminale; chaque petite ramification a une extrémité légèrement renflée, le bouton terminal, dont tu peux voir un agrandissement dans le médaillon au bas de la page. La membrane cellulaire qui s'est continuée tout le long de l'axone se termine à cet endroit.

Remarque ici que, sous cette membrane du bouton terminal, on aperçoit de petits sacs, des micro-vésicules qui contiennent une substance chimique.

Tu remarques que l'axone est très long, son extrémité est très éloignée du corps cellulaire (certains prolongements, ou fibres nerveuses, peuvent avoir un mètre de long). L'axone possède, à cause de cela, un type de protection particulière. Le médaillon, au centre de la page, montre que l'axone est d'abord entouré d'une gaine de myéline, interrompue à intervalles réguliers par des étranglements annulaires. Chaque manchon ainsi formé est entouré par une cellule de Schwann, constituant une deuxième protection, la gaine de Schwann.

La myéline est de couleur blanche et sert d'isolant à l'axone, alors que les cellules de Schwann ont un rôle nutritif.

D'après le schéma que tu observes présentement, l'axone présenterait donc une couleur blanche à cause de la myéline, alors que le corps cellulaire et les dendrites auraient une couleur grise, à cause de l'absence de myéline.

Lorsque plusieurs corps cellulaires se groupent ensemble, la plupart du temps dans l'encéphale ou dans la moelle épinière, ils constituent alors ce qu'on appelle la substance grise des centres alors que les axones, avec myéline, s'éloignent de la substance grise pour constituer la substance blanche des centres nerveux et aussi les nerfs atteignant la périphérie.

Résumons brièvement la description du neurone.

Le tissu nerveux est constitué fondamentalement de neurones comportant un corps cellulaire contenant le noyau et deux types de prolongements : les dendrites et l'axone. Dès qu'un de ces prolongements est de longueur respectable, on l'appelle fibre nerveuse, fibre le plus souvent protégée par une gaine de myéline et des cellules de Schwann.

Les corps cellulaires ainsi que les dendrites constituent la substance grise des centres. La substance blanche des centres et les nerfs sont constitués par les fibres myélinisées.

Avec ces explications, tu es maintenant en mesure de répondre aux questions de l'<u>étape 10</u> que tu retrouveras dans ton Cahier de Travail.

MUSIQUE

Maintenant que tu connais mieux la structure d'un neurone, tu vas en examiner quelques-uns au microscope. Tu trouveras une lame préparée sur ton microscope. Fais la mise au point jusqu'à un grossissement de 400. Pour t'aider à repérer des neurones dans tout ce fouillis de fibres, utilise la photo de la page 9 qui se trouve dans ton Cahier de Documents. Reviens ensuite à l'écoute.

MUSIQUE

Il existe plusieurs formes de neurones dans le système nerveux. Celui que nous avons décrit est le neurone multipolaire qui a plusieurs dendrites et un axone. Passe à ton Cahier de Travail pour voir quels sont les principaux types de neurones.

MUSIQUE

Il faut donc retenir que chaque neurone n'a qu'un axone.

Les deux types de neurones que nous verrons le plus souvent sont les neurones multipolaires et les neurones bipolaires.

Tu peux voir un neurone bipolaire en place sur la figure 18, le long de la voie sensitive. C'est le neurone qui se trouve dans le ganglion spinal de la moelle. Son unique dendrite prend son origine au récepteur de la main et son axone se termine dans la substance grise de la moelle épinière.

Les neurones sont donc faits d'un corps cellulaire et de prolongements plus ou moins longs, dendrites et axone. L'influx nerveux voyage le long de ces prolongements. C'est toujours par les dendrites que l'influx parvient au corps cellulaire du neurone, et c'est par l'axone que l'influx quitte le neurone; les flèches qui accompagnent les prolongements neuroniques indiquent toujours la direction de l'influx nerveux. C'est dire que la différence entre axone et dendrite ne tient pas tellement à la longueur du prolongement, mais plutôt à la direction de l'influx. La distinction entre axone et dendrite est donc fonctionnelle.

Retourne à ton Cahier de Travail pour voir cette distinction. Ceci terminera le mini-cours 6.

MUSIQUE

Mini-cours 9

SYSTEME NERVEUX II : PHYSIOLOGIE NERVEUSE

INFLUX NERVEUX, ACTIVITE REFLEXE, LES RECEPTEURS

Partie 1

MUSIQUE

Bonjour.

Le mini-cours 9 que tu entreprends cette semaine continue l'étude du système nerveux déjà commencée. Si l'on revient sur ce que tu as fait la semaine dernière, on se rappellera avoir détaillé l'anatomie du système nerveux et l'histologie de certaines de ses parties. Autrement dit, on s'était limité à l'aspect structure.

Cette semaine, nous allons aborder l'étude du fonctionnement du système nerveux.

Tu sais déjà un peu comment fonctionne le système nerveux. Ce fonctionnement suppose l'existence d'influx nerveux voyageant le long des fibres nerveuses, que ce soit des axones ou des dendrites.

Mais, qu'est-ce que l'influx nerveux ? L'étape 1 porte sur la nature de l'influx nerveux et sur sa conduction.

MUSIQUE

Tu sais maintenant comment l'influx nerveux voyage le long d'une fibre nerveuse. Mais à l'extrémité de la fibre, comment se fera la transmission de l'influx à un autre neurone ?

Passe à l'étape 2.

MUSIQUE

La figure 7 te montre les multiples communications qui peuvent s'établir entre un neurone et plusieurs autres. Le neurone illustré sur cette figure peut être stimulé par plusieurs axones, d'où de multiples synapses.

La figure 8 montre en gros plan la relation synaptique entre les boutons terminaux et le corps cellulaire.

La figure 9 enfin explique le mécanisme de la transmission nerveuse au niveau de la synapse.

Ce qui se dégage clairement de la première partie de l'étape 2 c'est que l'influx nerveux ne peut être transmis que d'un axone à des dendrites (ou à un corps cellulaire). Il ne voyage donc pas dans les deux sens quand on considère une chaîne de neurones même si au niveau d'un neurone l'influx va voyager dans les deux sens. On va voir de quelle façon l'influx saute de l'axone aux dendrites.

Place devant toi cette figure 9. Voici quelques explications là-dessus. Si tu regardes le schéma, on te montre en haut un corps cellulaire schématisé avec son noyau et vers le bas un axone, une fibre nerveuse, qui vient faire contact avec une dentrite.

La première chose qu'on remarque c'est qu'entre l'axone et la dendrite, il existe un espace. Cet espace se nomme espace synaptique et toute la zone de transmission se nomme la synapse de sorte que la transmission se nomme la transmission synaptique.

On place en haut une électrode de stimulation sur la fibre nerveuse, sur l'axone, et on applique une stimulation. Il y a donc un influx nerveux qui voyage le long de l'axone, influx qui est représenté par une flèche double. Lorsque l'influx nerveux arrive au bouton terminal, il provoque la rupture de micro-vésicules, petits sacs contenant un produit chimique, l'acétyl-choline. L'acétyl-choline est alors libéré et traverse la membrane du bouton

terminal, i.e., la membrane pré-synaptique, puis traverse l'espace synaptique pour venir finalement toucher à la membrane post-synaptique. A ce niveau, l'acétyl-choline va provoquer la dépolarisation de la membrane post-synaptique. Cette dépolarisation va alors continuer dans la dendrite, puis atteindre le corps cellulaire pour se propager dans l'axone.

Donc, la transmission de l'influx nerveux d'une cellule nerveuse à une autre cellule nerveuse (on pourrait avoir le même phénomène lors de la transmission d'une cellule nerveuse à un muscle ou à une glande, par exemple), se fait au moyen d'un produit chimique que l'on appelle l'acétyl-choline. Le produit chimique sort de la cellule et va stimuler la cellule suivante qui répond en induisant et conduisant un influx nerveux. C'est le phénomène de la transmission synaptique. Cependant, ce n'est pas l'acétyl-choline qui agit dans tous les cas.

Dans certains cas, le produit chimique utilisé est la noradrénaline apparentée à l'hormone adrénaline. Mais dans la majorité des cas, c'est l'acétyl-choline qui agit. Le reste de ce schéma te montre ce qui arrive à l'acétyl-choline une fois qu'il a servi. Il ne demeure pas très longtemps dans l'espace synaptique et va se dégrader très rapidement (voir en bas, étape destruction).

Cette destruction fragmente l'acétyl-choline en deux produits, la choline et l'acétyl-coenzyme A et lorsque la cellule a besoin d'acétyl-choline, ce dernier est reformé à partie de ces deux composants. Donc, l'acétyl-choline est détruit et synthétisé de façon cyclique selon le besoin. Ceci afin d'empêcher qu'un influx nerveux puisse persister au niveau de la membrane post-synaptique faisant perdurer la stimulation nerveuse, musculaire ou glandulaire suivant le cas. Il faut que l'acétyl-choline libéré puisse être détruit assez rapidement pour que l'influx ne puisse pas continuer pendant des heures. La destruction est donc assez rapide.

Va observer pendant quelques instants cette figure 9 pour revoir le mécanisme de la transmission synaptique. Reviens ensuite à l'écoute.

MUSIQUE

Voilà donc comment l'influx nerveux se propage le long des fibres nerveuses et comment il se transmet d'un neurone à l'autre. Quel que soit le trajet nerveux que nous étudierons, ces phénomènes de dépolarisation de la membrane et de transmission synaptique se produiront de la même façon.

Ce qui nous intéresse maintenant, c'est de savoir quels sont les trajets que suit l'influx dans les diverses manifestations de l'activité nerveuse.

Une façon d'aborder le fonctionnement nerveux est d'observer, sur toi-même ou sur ton compagnon de travail, une activité nerveuse très simple: le réflexe rotulien.

Pour ce faire, assieds-toi bien droit au fond de ta chaise, croise une jambe sur l'autre de façon à ce qu'elle soit bien pendante; il faut en effet que les muscles de cette jambe soient bien relâchés.

Il s'agit maintenant de frapper d'un coup sec le tendon rotulien. Ce tendon est situé immédiatement sous la rotule du genou. Utilise, pour frapper le tendon,le petit marteau destiné à cet usage, ou alors le côté de la main ou le dos d'un livre.

Essaie maintenant d'obtenir un réflexe rotulien; il faut parfois plusieurs tentatives pour frapper au bon endroit. Après cela, reviens à l'écoute.

MUSIQUE

Alors, que s'est-il passé ? Y a-t-il eu une réaction dans ta jambe ? Je suppose que oui : normalement elle aurait dû lever d'un coup sec, car le fait de frapper le tendon d'un muscle provoque, par voie nerveuse, la contraction de celui-ci.

Essaie maintenant de répondre à quelques questions : Est-ce que ta jambe s'est étendue parce que tu le voulais ?

(pause)

Non bien sûr!

Pourquoi alors s'est-elle étendue ? Quand je dis pourquoi, je demande quel mécanisme a provoqué l'extension de la jambe ?

(pause)

C'est bien ça : tu as frappé le tendon du muscle qui a déclenché la contraction d'un muscle de la cuisse, contraction musculaire qui entraîne une extension de la jambe.

Supposons maintenant qu'on refait la même expérience chez un sujet dont la moelle épinière aurait été gravement lésée à la suite d'un accident d'auto. Crois-tu que la stimulation par un coup sur le tendon provoquerait la même réaction ?

(pause)

Je ne sais pas ce que tu as répondu mais ta réponse doit tenir compte du fait que la moelle épinière est nécessaire comme intermédiaire entre le récepteur qui a perçu le stimulus, i.e. le tendon, et l'effecteur qui a exécuté la réponse, i.e. le muscle.

Passe à l'étape 3 de ton Cahier de Travail et complètes-y le schéma qui illustre cette activité nerveuse très simple, qui porte le nom de réflexe médullaire, car ce type de réaction nerveuse qui est à la base de toute l'activité du système nerveux ne peut s'effectuer si la moelle épinière n'est pas en bon état ou si les connexions avec la moelle sont coupées.

MUSIQUE

Pour que tu puisses mieux comprendre le sens de l'observation que tu as exécutée sur toi-même ou sur ton compagnon, nous avons pensé te faire accomplir un travail expérimental avec une grenouille. C'est un animal gentil.... quoique un peu sauteur. Toute expérience de physiologie doit évidemment se faire sur un animal vivant. Pour le moment, nous voulons connaître quel est le rôle de la moelle épinière, seule, sans l'encéphale. Tu vas donc préparer, à cette fin, une grenouille spinale, c'est-à-dire une grenouille dont les réactions s'exercent à l'aide de la moelle épinière seulement. L'étape 4 t'indique comment procéder pour préparer une grenouille spinale. Je te fais tout de suite remarquer que sans encéphale la grenouille ne peut avoir conscience d'aucune stimulation, ne peut faire aucun mouvement volontaire et évidemment, aucune douleur ne peut être ressentie. Passe à l'étape 4 .

MUSIQUE

L'essentiel de l'expérimentation consiste maintenant à stimuler le nerf à l'aide de chocs électriques. Pour cela tu vas utiliser un appareil que l'on appelle le stimulateur. Place tout d'abord un stimulateur devant toi. Il est censé y en avoir un par deux tables environ. Maintenant que tu en as trouvé un et qu'il est devant toi, je vais t'expliquer son fonctionnement.

D'abord remarque un long fil noir branché aux deux bornes, rouge et noire, marquées "STIM", que tu vois, en bas, à droite, sur le stimulateur. A l'extrémité libre du fil, il y a un manchon noir terminé par deux pointes de métal; ces deux pointes sont les électrodes de stimulation. Elles doivent être rapprochées mais ne pas se toucher.

Maintenant regarde le bouton du centre marqué "VOLTS". Il sert à mettre en marche l'appareil puis à contrôler le voltage de la stimulation. Il est gradué en dixième de volts jusqu'à 1.5 volts. Si tu veux augmenter le voltage au-delà de 1.5 volts, tu te sers du bouton de droite marqué "MULT". Ce bouton sert à multiplier par 1, par 10 ou par 100 les voltages indiqués par le bouton du centre.

Ainsi, si tu places le bouton "MULT" à XI, le bouton "VOLTS" à X10, le bouton "VOLTS" va te donner des voltages de 1 à 15 volts et si, finalement, tu places le bouton "MULT" à X100, le bouton "VOLTS" va te donner des voltages de 10 à 150 volts. Tu sais maintenant comment choisir le voltage de la stimulation.

Lorsque tu veux stimuler, voici comment tu procèdes : d'abord, tu branches l'appareil et ensuite tu choisis le voltage désiré à l'aide des boutons "VOLTS" et "MULT". Ceci a pour effet, en plus, de mettre en marche l'appareil et le témoin lumineux rouge s'allume. Puis tu utilises le commutateur noir situé à droite en haut. Ce commutateur a trois positions : celle du centre est la position "arrêt" où aucune stimulation n'est produite; celle du bas ou "SINGLE" te permet de donner des chocs uniques au voltage choisi. C'est cette position qui est utilisée le plus souvent. Et finalement, la position du haut, ou "MULTIPLE" produit des chocs successifs mais à cette position tu dois choisir une fréquence de stimulations avec le bouton "FREQ" qui est à gauche au centre. Ce bouton donne des chocs variant de 1 à 100 à la seconde lorsque le commutateur noir est placé à "MULTIPLE". Voilà pour le fonctionnement du stimulateur. En passant, ne crains pas de "prendre des chocs" avec cet appareil. Même à 150 volts, l'ampérage est trop faible et tu ne peux sentir qu'un léger picotement si tu appliques les électrodes sur le revers de ta main par exemple. Donc, ne crains pas d'assassiner quelqu'un avec ça.

Passe maintenant à l'étape 5 pour l'expérimentation; on t'y explique comment procéder et quelles sont les observations que tu dois noter. Un dernier mot avant que tu n'entres en action. Dans ton Cahier, on ne précise pas ce qu'est un choc de faible ou de forte intensité : c'est que tu travailles avec du matériel vivant et qu'il n'y a pas de loi générale : l'animal est plus ou moins sensible. En général, un choc faible sera aux environs de 1.5 volts et une stimulation de forte intensité, entre 50 et 150 volts. N'oublie pas de laisser reposer les nerfs et les muscles entre chaque stimulation. A l'action maintenant, à l'étape 5.

MUSIQUE

Si ta grenouille a bien coopéré à ton expérimentation, tu as obtenu diverses réponses aux différentes intensités de stimulus que tu lui as appliquées.

Avec un stimulus de faible intensité, autour de 1.5 volts, tu as dû obtenir une réponse unilatérale qui est la réponse réflexe du côté excité.

Avec un stimulus plus fort, la réponse se faisait remarquer sur les deux membres. En effet, tu as déclenché non seulement la réaction du membre excité mais aussi du membre symétrique. Bizarre cela? Ca ne te pose pas des points d'interrogation? A moi, si, j'en vois plusieurs.

Pour commencer, comment se peut-il qu'une grenouille à qui on a détruit tout l'encéphale puisse réagir à des stimulations? Quel centre nerveux lui permet de réagir ainsi? Une autre question : comment se peut-il que si tu stimules le nerf sciatique d'une patte, tu obtiennes une réponse sur les deux membres postérieurs? Et que si tu stimules encore plus fort, tu obtiennes une réponse complète, i.e. des deux membres postérieurs, des muscles du dos et des membres antérieurs?

Belles questions, un peu embêtantes peut-être. Tu vas trouver la réponse à ces questions en lisant l'étape 6, "activité réflexe". Il se peut que tu ne trouves pas les réponses telles quelles, mais en y pensant un peu, tu devrais en venir à bout.

MUSIQUE

Etudions le trajet de l'influx nerveux au cours d'un réflexe médullaire.

Place la figure 11 sous tes yeux. Il s'agit d'une série de deux coupes transversales de moelle épinière situées à deux niveaux différents. Pour suivre mes explications sur le schéma, prends un crayon et suis le trajet comme je te le décris peu à peu.

En haut à droite, on a représenté un récepteur, la peau de ta main par exemple, et un effecteur, par exemple un muscle de ton bras. Tu te retrouves ?

(pause)

Sous l'action d'un stimulus, les récepteurs engendrent des influx nerveux sensitifs qui se déplacent dans un neurone récepteur 1 qui se termine dans la corne postérieure de la substance grise. A ce niveau, on peut obtenir diverses réactions selon l'intensité du stimulus.

Par exemple, imagine que tu places ta main dans de l'eau à diverses températures; la peau de ta main est le récepteur et le stimulus, la température de l'eau.

Si tu places d'abord ta main dans de l'eau tiède, l'intensité du stimulus est faible; alors la fréquence de l'influx nerveux sensitif se trouvant dans le neurone récepteur est faible, l'influx passera dans un neurone

2 et montera vers les segments supérieurs de la moelle épinière et vers l'encéphale; tu seras alors conscient de la température de l'eau, mais tu n'auras pas le réflexe de retirer la main. Retrouve ce trajet sur le schéma; ce n'est pas un réflexe.

(pause)

Si tu places la main dans de l'eau très chaude, la fréquence des influx sensitifs sera plus forte. Dans ce cas, l'influx passera encore par le neurone 2 mais en plus, il circulera à travers le neurone d'association 3 qui enverra un influx nerveux moteur à un neurone effecteur 4, qui agira sur les muscles de ton bras pour te faire retirer rapidement la main. C'est un réflexe médullaire et le trajet suivi par l'influx constitue ce qu'on appelle l'arc réflexe (arc et non pas acte), c'est-à-dire l'arc tracé par le trajet suivant : récepteur - neurone sensitif - neurone d'association - neurone moteur - effecteur.

Maintenant si tu plongeais ta main dans de l'eau bouillante, non seulement tu retirerais ta main, mais tu devrais sursauter et reculer. C'est que la fréquence des influx nerveux est très forte : l'influx suivra alors le même chemin que celui qu'on a décrit précédemment, et de plus, l'influx nerveux par l'intermédiaire de certains neurones d'association 5, passera d'un côté à l'autre pour provoquer des réponses musculaires dans la partie opposée de ton corps au moyen de neurones moteurs 6. Finalement, par des fibres 7 de la substance blanche, les influx pourront descendre ou monter à un ou plusieurs segments inférieurs ou supérieurs de la moelle et y déclencher d'autres réactions musculaires. Retrace ce neurone 7 sur ton schéma.

(pause)

Lis maintenant le texte qui termine l'étape 6 dans ton Cahier. Assure-toi de bien comprendre les explications que je viens de te donner au sujet de l'activité réflexe. Si tu n'as pas bien compris, recule la bande magnétique et recommence. Autrement, il ne te sert à rien de continuer.

MUSIQUE

Tu viens donc de voir que la moelle épinière et l'encéphale agissent comme des centres qui, à partir des informations reçues d'un récepteur, émettent des influx moteurs vers un effecteur. Tout le système nerveux fonctionne approximativement sur ce même schéma de base: un récepteur, un centre réflexe, un effecteur. Pour t'en convaincre encore plus, lis l'étape 7 qui compare le fonctionnement du système nerveux à un bio-ordinateur.

Ceci termine la première partie du mini-cours.

MUSIQUE

Partie 2

MUSIQUE

Tu as vu que la première étape essentielle au fonctionnement du système nerveux, c'était l'entrée des données, des informations; cette entrée des informations se fait par les récepteurs sensibles à différents types d'informations. Ces récepteurs sont indispensables au fonctionnement du système nerveux : tout passe par les sens.. L'étape 8 de ton Cahier de Travail étudie les divers types de récepteurs.

MUSIQUE

Comme tu le vois, ton organisme possède beaucoup de récepteurs et tu ignorais peut-être l'existence de plusieurs d'entre eux. Naturellement, ce sont surtout les organes des sens que l'on connaît le mieux.

Comme nous n'avons pas le temps d'étudier en profondeur tous les organes des sens dans leur rôle de récepteur, nous allons, à titre d'exemple, en étudier un : "l'oeil"; ce qui pourra te donner une idée du fonctionnement des autres récepteurs.

Va voir la carte murale numéro 1 qui te montre l'oeil dans son orbite, en vue latérale et en vue de face; tu reviendras alors à l'écoute.

MUSIQUE

Prends maintenant le schéma de la page 1 dans le Cahier de Documents. On y représente l'oeil, en coupe.

(pause)

La couche la plus externe de l'oeil est constituée par une membrane fibreuse et forme ce qu'on appelle le "blanc de l'oeil"; c'est la sclérotique. Sur le devant de l'oeil, la sclérotique devient transparente et constitue la cornée.

Les rayons lumineux qui parviennent à l'oeil traversent la cornée, le cristallin et atteignent la rétine, la couche la plus interne de l'oeil; c'est elle qui transforme les rayons lumineux en influx nerveux qui voyagent dans les fibres du nerf optique.

Passe maintenant à l'étape 9 pour l'étude de l'oeil.

MUSIQUE

On a dit dans ton Cahier, à la fin de l'étape 9, que, dans un sens, c'est le cerveau qui voit puisque les influx nerveux qu'engendre la rétine stimulée par la lumière sont acheminés vers le cortex cérébral. Ce n'est qu'à ce niveau que l'individu prend conscience de ce qu'il a vu. Passe à ton Cahier de Travail. Un schéma, la figure 14 de l'étape 10, localise les parties de l'encéphale qui sont sur le trajet de la voie nerveuse optique.

MUSIQUE

L'aire psychovisuelle est responsable de l'interprétation des images perçues : je vais te préciser cette notion. Un individu dont l'aire psychovisuelle serait atteinte par une lésion cérébrale, par exemple, voit les objets mais ne peut plus les reconnaître, i.e. les nommer, dire à quoi ils servent, associer ces objets aux autres sensations reliées à ces objets. Par exemple, un tel individu qui verrait une fleur ne saurait plus que c'est une fleur, ce qu'on peut faire avec une fleur; il n'associerait plus le parfum qu'il perçoit à la présence de la fleur, etc.

Tu comprendras assez facilement maintenant qu'il y a plusieurs sortes de cécité. La plus évidente est la perte d'un oeil ou des deux yeux. Mais tu peux comprendre aussi que la destruction accidentelle du cortex cérébral, dans les lobes occipitaux des deux hémisphères du cerveau, rend aveugle, bien que les yeux et les nerfs optiques soient intacts : c'est la cécité dite corticale. Une autre sorte de cécité est possible : tu sais, en effet, que les centres visuels du cortex sont reliés aux rétines des deux yeux par les nerfs optiques : aussi la section ou la détérioration d'un nerf optique ou des deux nerfs est-elle équivalente à la suppression d'un oeil ou des deux yeux.

Retourne maintenant à ton Cahier de Travail à l'<u>étape 11</u>.

MUSIQUE

Tu viens de voir à l'étape précédente que deux images parviennent aux aires visuelles et pourtant tu ne vois pas deux images séparées; ton cerveau opère une correction et superpose les deux images. Cependant

ces deux images d'un même objet ne sont pas rigoureusement identiques, car l'objet n'est pas vu sous le même angle par chacun des deux yeux. Vérifie à l'instant cette dernière affirmation. Place un livre à environ 25 cm du bout de ton nez et regarde la tranche du bouquin. Ferme alternativement l'oeil gauche et l'oeil droit. Que voit chaque oeil? Fais l'expérience et reviens à l'écoute.

MUSIQUE

Tu constates que l'oeil gauche voit la tranche et un côté de la couverture, l'oeil droit, la tranche et l'autre côté de la couverture. Chaque oeil reçoit sur sa rétine des images en deux dimensions, i.e. des images planes, avec une largeur et une hauteur seulement; et cependant nous percevons un monde en trois dimensions, largeur,hauteur et profondeur. Passe à ton Cahier à l'<u>étape 12</u> pour une explication de cette vision en relief, i.e. à trois dimensions, vision qu'on appelle aussi stéréoscopique. N'oublie pas de faire l'expérience de la vision en trois dimensions à l'aide de la lunette stéréoscopique mise à ta disposition.

MUSIQUE

Tu as perçu les trois dimensions du tronc de pyramide ? Cette perception du relief permet à l'homme d'établir les distances existant

entre les objets, entre les parties d'un objet, permet de se situer ou de situer les objets de l'environnement.

Une autre propriété importante de l'oeil humain est la vision des couleurs, propriété que ne possèdent pas tous les animaux; par exemple, le taureau, le chien, le cheval et la plupart des mammifères ne voient qu'en noir et blanc.

La vision des couleurs est due à un type de cellules visuelles situées dans la rétine, cellules appelées cônes. Un autre type, les bâtonnets sont responsables de la perception des différences de luminosités, i.e. du clair à l'obscur. Ton Cahier de Travail te montre à la <u>figure 17</u> la distribution inégale des cônes et des bâtonnets dans la rétine.

Passe maintenant à l'<u>étape 13</u>.

MUSIQUE

La photo de la page 2 du Cahier de Documents te montre la perception des couleurs en relation avec le champ de vision. Note que sur les côtés, nous ne percevons aucune couleur mais seulement des différences d'intensité lumineuse, en noir et blanc.

Observe cette photo et reviens à l'écoute.

MUSIQUE

On a dit que cette différence dans la perception des couleurs provient de la présence plus ou moins abondante des cônes dans la rétine. La vision des couleurs est en effet due aux cônes et l'on pense qu'il existe trois sortes de cônes ayant leur plus grande sensibilité respectivement pour le rouge, le vert et le bleu. L'action de la lumière sur chacune des trois sortes de cônes détermine un message sensoriel différent d'où la sensation des couleurs; même si l'oeil humain peut percevoir jusqu'à 200 teintes, toutes ces teintes seraient issues d'une superposition de trois couleurs seulement, comme les procédés utilisés en photographie, en télécouleurs. La photo de la page 3 du Cahier de Documents illustre un procédé d'impression où on obtient de nombreuses teintes à partir non pas de trois mais de quatre couleurs. Observe cette photo et passe à ton Cahier de Travail qui te présente brièvement la théorie trichromatique de la vision en couleurs.

MUSIQUE

Je fais appel à ton expérience. Tu te rends compte que les objets que tu vois avec précision et netteté sont ceux que tu regardes directement, droit devant toi, alors que les objets vus en périphérie du champ visuel ont des contours plutôt flous. Quand tu regardes un objet en face, l'image se forme sur la partie de la rétine nommée fovea, partie où les cônes sont nombreux et reliés chacun à sa propre fibre du nerf optique. Regarde encore une fois la figure 17.

(pause)

En dehors de la fovea, plusieurs cellules visuelles sont reliées à une seule et même fibre du nerf optique. Que seulement une cellule soit stimulée ou plusieurs, il n'y a toujours qu'un seul message sensoriel envoyé, dans ce cas.

Tout se passe comme si la vision centrale correspondait à une photo sur papier à grains fins ou à une décomposition de l'image en points serrés; la vision périphérique, elle, correspondrait à un grain grossier ou à une décomposition de l'image en points espacés. La photo de la page 4 du Cahier de Documents illustre cette notion. Après cette observation, passe à ton Cahier de Travail au paragraphe intitulé "acuité visuelle ".

MUSIQUE

Nous venons de terminer l'étude brève d'un type de récepteurs, l'oeil, et nous avons vu que les influx nerveux visuels parviennent au cortex cérébral, lieu où ils atteignent au niveau de la conscience. Il existe plusieurs autres types de récepteurs dont les influx empruntent des voies différentes pour atteindre les centres nerveux.

Les sens de l'odorat, du goût et de l'ouïe ont des récepteurs et des trajets nerveux situés dans la tête. Nous ne nous y attarderons pas. Nous verrons plutôt maintenant la sensibilité générale qui existe dans tout le corps, le tronc, la tête et les membres. On appelle cette sensibilité corporelle générale, la somesthésie. Va voir à l'<u>étape 14</u> de ton Cahier de Travail.

MUSIQUE

Tous les récepteurs somesthésiques que nous venons d'énumérer font naître un influx nerveux sensitif lorsqu'ils sont excités par un

stimulus. Ces influx voyagent le long des fibres sensitives des nerfs reliant le récepteur au centre nerveux.

Chacune des voies aura son centre nerveux spécifique auquel elle aboutira. Par exemple, les influx provenant des récepteurs du chaud et du froid empruntent une voie différente des influx provenant des récepteurs du toucher. Dans la plupart des cas, ces voies passent d'abord par la moelle épinière qui se chargera de les amener aux centres supérieurs du tronc cérébral et de l'encéphale. Examinons donc de plus près cette moelle épinière; place devant toi le schéma de l'étape 15.

Tu as devant toi ce schéma de l'étape 15 ? ... Il représente une coupe transversale de la moelle épinière. Tu te rappelles que la moelle épinière est formée de substance grise et de substance blanche; la substance grise forme le H central alors que la substance blanche est tout autour. Regardons maintenant cette substance grise; tu sais qu'elle est constituée de corps cellulaires de neurones.

La partie postérieure de cette substance grise, située en haut sur ton schéma, contient des corps cellulaires qui reçoivent des influx sensitifs provenant de la racine postérieure des nerfs rachidiens; c'est donc la zone sensible de la substance grise médullaire. La partie antérieure de cette substance grise contient des corps cellulaires à l'origine d'influx moteurs qui sortent par la racine antérieure des nerfs rachidiens; c'est donc la zone motrice de la substance grise médullaire.

La substance blanche de la moelle est constituée, tu le sais déjà de fibres nerveuses, i.e. de prolongements de neurone. Ces fibres sont groupées en faisceaux. On te représente sur ce schéma les principaux faisceaux. Certains faisceaux sont sensitifs i.e. qu'ils transportent des influx vers les centres supérieurs; ils sont représentés en hachuré sur ton schéma. D'autres faisceaux transportent des influx moteurs i.e. des

influx provenant des centres supérieurs; ils sont représentés en pointillé sur ton schéma.

Complète la légende de la figure 18 à l'aide du schéma de la page 5 du Cahier de Documents. Il te sera utile pour le prochain mini-cours.

Ceci termine le mini-cours 9. Au revoir.

MUSIQUE

Mini-cours 10

SYSTEME NERVEUX III

VOIES SENSITIVES, CENTRES NERVEUX ET VOIES MOTRICES.

VIGILANCE ET SOMMEIL. COMPORTEMENT

Partie 1

MUSIQUE

Bonjour,

Dans la dernière partie du mini-cours 9, nous avons vu que les influx sensitifs naissent au niveau de récepteurs répartis dans tout le corps. Ces influx sensitifs s'acheminent vers les centres nerveux par des voies sensitives. Tu vas étudier les principales de ces voies.

Voyons d'abord la voie spino-thalamique qui transporte les influx provenant des récepteurs du froid, du chaud et de la douleur. Place devant toi la <u>figure 1</u> de l'<u>étape 1.</u>

(pause)

Ce schéma décrit une de ces voies sensitives, la voie SPINO-THALAMIQUE. Remarque que ce schéma est construit en 4 sections :

à droite, la section des récepteurs;

à gauche, la section de la moelle épinière;

la section du tronc cérébral;

la section des hémisphères cérébraux.

Nous allons examiner maintenant comment les influx vont traverser ces sections. Comme nous examinons une voie sensitive nous partons de récepteurs. Les récepteurs à l'origine des influx empruntant la voie spino-thalamique sont uniquement les récepteurs de la douleur, du chaud et du froid. Une stimulation d'un de ces récepteurs fait naître un influx qui s'acheminera dans la dendrite d'une neurone bipolaire situé dans le ganglion spinal (ce ganglion est situé sur la racine postérieure d'un nerf rachidien). L'influx

continue sur l'axone de ce même neurone bipolaire et arrive à la zone sensible de la substance grise de la moelle. A cet endroit, si la stimulation initiale est très intense, l'influx passera à un neurone d'association puis à un neurone moteur pour engendrer une réponse motrice comme tu l'as déjà vu dans l'étude de l'activité réflexe. Toute cette activité réflexe ne fait cependant pas partie de la voie spino-thalamique; celle-ci, la voie spino-thalamique, sert uniquement à renseigner ton cortex cérébral pour que tu prennes conscience de toutes les stimulations appliquées sur ces récepteurs. Oublions donc cette voie réflexe (les neurones en pointillés). L'influx, en provenance de neurone bipolaire i.e. du neurone (1), va passer au neurone (2). L'axone de celui-ci traverse la substance grise, pénètre dans la substance blanche du côté opposé et monte, avec d'autres axones semblables, pour former le faisceau spino-thalamique. L'influx monte dans ce faisceau spino-thalamique, traverse le tronc cérébral sans s'arrêter, arrive au thalamus, et, là, est transmis à un troisième neurone. Ce neurone (3) va, finalement, acheminer l'influx jusqu'au cortex cérébral. C'est uniquement à ce moment que tu prendras conscience du stimulus qui a affecté le récepteur. D'ailleurs toutes les sensations ne deviennent conscientes que lorsque les influx parviennent ainsi au cortex cérébral; il est important de retenir que le siège de la sensibilité consciente permettant la localisation précise des sensations se trouve dans le cortex cérébral, comme tu l'as déjà vu pour la voie optique.

Tu vois maintenant pourquoi cette voie se nomme "spino-thalamique"; c'est parce qu'elle passe par la moelle épinière et que l'adjectif employé pour désigner ce qui concerne la moelle c'est spinal comme "ganglion spinal" et "grenouille spinale" et c'est aussi parce que cette voie passe par le thalamus. Donc voie SPINO-THALAMIQUE.

Avant de continuer, j'aimerais te faire remarquer de quelle façon on représente la jonction entre deux neurones sur ce schéma (ce que tu sais être la synapse). L'arborisation terminale de l'axone est représentée par une fourche à deux branches et le corps cellulaire qui suit est représenté par un petit cercle. On fait donc abstraction des dendrites de ce corps cellulaire pour plus de facilité.

J'aimerais que tu utilises la même convention dans le travail que je te demande de faire maintenant. Ce travail consiste à dessiner, sur les schémas correspondants de l'<u>étape 1</u>, les neurones de deux autres voies sensitives; les voies de Goll et Burdach et la voie spino-cérébelleuse. La description du trajet de chacune de ces voies accompagne chaque schéma. Alors va faire ce travail et reviens à l'écoute.

MUSIQUE

J'espère que tu as réussi à tracer ces deux voies. Va maintenant vérifier l'exactitude de ton travail sur les schémas déjà complétés, qui sont en démonstration et effectue le travail proposé sur les voies sensitives; ce travail te facilitera grandement la compréhension et la mémorisation de cette importante partie de ton étude du système nerveux. Tu trouveras cet exercice sous forme de tableau dans ton Cahier de Travail.

MUSIQUE

Le cerveau reçoit donc toute une masse d'informations par les voies ascendantes de la moelle épinière et par les voies spécialisées des organes sensoriels. Il fait un usage différent de ces informations selon la nature du renseignement, l'intensité du stimulus et aussi selon l'utilité de ce renseignement. Les renseignements intéressants sont mémorisés de façon à pouvoir être évoqués et utilisés dans les manifestations du comportement. Car l'avalanche d'informations que reçoit le cerveau a comme effet de déclencher une activité motrice immédiate ou différée : le stimulus chaleur brûlante provoque un réflexe de retrait immédiat, alors que quantité d'autres informations sont gardées pour utilisation ultérieure. Les manifestations comportementales sont très variées : on peut parler, écrire, marcher ou manipuler des objets; il s'agit toujours d'activités motrices nécessitant des contractions musculaires.

Ce sont les centres nerveux qui, ayant analysé les informations reçues, élaborent à court ou à long terme les activités motrices. La suite de ce mini-cours va essayer de voir ce qui se passe de façon très globale dans l'encéphale à partir du moment où les informations sont reçues jusqu'à celui où une action motrice est déclenchée. Passe à l'étape 2 de ton Cahier de Travail.

MUSIQUE

On ne peut prétendre que les fonctions sont toutes localisées de façon précise à la surface du cortex cérébral; si l'aire visuelle est bien localisée, il n'y a aucune aire bien délimitée responsable de la pensée et de la réflexion non plus que de l'imagination. L'activité intellectuelle du cerveau nécessite l'intégrité de toutes ses parties. Nous allons néanmoins observer les divers secteurs de ce cortex et donner le rôle des principales zones. Place devant toi la figure 4 de ton Cahier de Travail.

(pause)

On peut diviser chaque hémisphère cérébral en quatre lobes qui sont protégés par des os crâniens qui portent le même nom : on distingue, pour chaque hémisphère, les lobes frontal, temporal, pariétal et occipital. Après l'observation de cette figure 4, prends maintenant la photo no 1 dans ton Cahier de Documents

(pause)

Cette photo représente une vue de côté de la surface de l'hémisphère cérébral gauche. Les influx dont nous parlions tantôt et qui renseignent sur la sensibilité générale arrivent aux neurones de l'aire de la sensibilité générale qui est située dans le lobe pariétal juste derrière la scis-

sure de Rolando; cette aire est représentée en bleu. Tu remarques aussi d'autres aires sensitives, l'aire visuelle en violet dans le lobe occipital (tu l'as déjà étudiée), l'aire auditive, en violet aussi sur le lobe temporal juste sous la scissure de Sylvius, l'aire olfactive et gustative, sur la face interne de l'hémisphère où tu la vois, en jaune, sur la photo no 2.

C'est donc dans ces aires que les différentes sensations deviennent conscientes. Si par exemple, lors d'une opération à crâne ouvert, on stimulait, à l'aide de petites électrodes, les neurones de ton aire auditive, tu entendrais des sons; des réactions similaires se produiraient aussi dans le cas des autres aires. C'est d'ailleurs de cette façon, surtout, qu'on a réussi à identifier ces aires lors d'expérimentations chez l'animal et lors d'opérations chez l'homme.

Qu'est-ce qui arriverait maintenant si on stimulait les neurones de l'aire motrice située dans le lobe frontal, en rouge sur la photo, juste en avant de la scissure de Rolando. La réponse est simple : tu te mettrais à bouger! Ce ne sont pas tous tes membres, cependant, qui bougeraient en même temps. Dépendant de la portion de cette aire que nous aurions stimulée, ce serait ou bien ton bras, ou bien une jambe ou quelqu'autre partie de ton corps qui bougerait.

Pourquoi en serait-il ainsi ? C'est parce que les corps cellulaires des neurones de cette aire motrice sont ceux d'où partent les influx conscients et volontaires qui font bouger les muscles squelettiques. De toute façon nous reviendrons sur ceci lorsque nous étudierons tantôt les voies motrices.

A l'aide des photos 1 et 2, va maintenant identifier les aires dont nous venons de parler sur le schéma de ton Cahier de Travail, à la figure 5. Réponds ensuite aux questions qui suivent, à l'étape 2.

MUSIQUE

Nous venons de voir certaines aires bien précises de ce cortex cérébral. Tu vois qu'il y a cependant de grandes portions dont nous n'avons pas parlé. Ces portions sont le siège de fonctions moins bien définies. Par exemple, le lobe frontal est connu comme étant le siège du jugement i.e. de la prévoyance, de l'analyse critique et des autres qualités qui constituent globalement la personnalité d'un individu. Nous connaissons aussi des aires psychiques situées près des aires sensitives déjà connues; ainsi, près de l'aire visuelle, se trouve l'aire psycho-visuelle qui permet de donner une signification aux images perçues par l'aire visuelle. Par exemple, sans cette aire psycho-visuelle, tu verrais un crayon sans lui associer la notion d'objet pouvant écrire.

Il existe aussi des aires d'association qui permettent, par exemple, d'associer un mot à un objet vu. Ainsi, lorsqu'on apprend à un enfant à nommer un objet comme un crayon on lui fait associer une image perçue par son aire visuelle avec un son perçu par son aire auditive.

C'est donc dire que le cortex cérébral intègre toute une série d'informations provenant des différentes aires avant d'en arriver à une pensée ou à une action quelconque. Va maintenant répondre aux dernières questions de l'étape 2.

MUSIQUE

Ce cortex cérébral est donc responsable de la perception de la sensation, des activités intellectuelles, de la pensée et de la motricité volontaire. Il est cependant incapable de fonctionner sans les centres nerveux inférieurs : on a vu que le thalamus faisait une première reconnaissance des influx sensitifs. De même, plusieurs autres groupes de neurones de l'encéphale ont des fonctions essentielles dans l'expression de la motricité, dans les manifestations de la vie émotive et dans la vie végétative.

On appelle ces masses de neurones de l'encéphale, noyaux gris des hémisphères cérébraux, noyaux gris du tronc cérébral et cervelet, le tout rassemblé sous le nom de substance grise extracorticale. L'étape 3 localise ces formations grises et donne très succinctement leur rôle.

MUSIQUE

L'encéphale ayant reçu des informations les analyse au niveau des différents centres supérieurs et élaborent une réponse qui est différente selon le type de renseignements reçus, selon les informations gardées en mémoire et selon l'état émotif de l'individu. Cette réponse peut agir sur les organes de la vie végétative, nous verrons cela au cours de Biologie humaine 931, et dans les autres cas, cette réponse correspond à une activité motrice susceptible d'agir sur l'environnement ou de le modifier.

Voyons d'abord les différents types d'activité motrice et les structures nerveuses qui assurent cette activité. Passe à l'étape 4 de ton Cahier.

MUSIQUE

Ce schéma général du système moteur t'est donné à la figure 7. Observons-le ensemble.

Tu vois que les récepteurs sont présents dans le tableau parce que l'activité motrice ne peut être déclenchée que par l'arrivée d'informations dans le système. Si la moelle épinière réfléchit immédiatement l'information en motricité en ① le mouvement est dit réflexe, ça tu connais déjà. Tous les mouvements qui ne sont pas réflexes sont volontaires au

moins dans le début de leur exécution et le cortex moteur est le point de départ des influx moteurs volontaires. En ② le cortex moteur envoie des influx directement à la moelle épinière puis aux muscles; il en résulte un mouvement purement volontaire, par exemple, un mouvement fin et lent des doigts dans une manipulation qu'on fait pour la première fois. En réalité il est rare qu'un mouvement soit purement volontaire, il y a presque toujours une composante automatique pour l'exécution. Et c'est ici que les corps striés interviennent. En ③ le cortex moteur les avertit du mouvement à exécuter, et les corps striés envoient à la moelle épinière le schéma général de la position de tous les muscles du corps au cours du mouvement projeté par le cortex moteur; ce mouvement peut être marcher ou courir. Dans la plupart des mouvements les voies ② et ③ fonctionnent, il est faux d'imaginer une séparation complète entre les deux.

Il reste le cervelet dans le schéma que je t'ai proposé. On a déjà vu qu'il est chargé de la coordination musculaire au cours de tous les mouvements. L'importance du cervelet est très grande : il empêche les mouvements de dépasser leur but, il assure l'équilibration au repos comme au cours du mouvement, il coordonne les contractions des muscles les uns par rapport aux autres. Pour assurer ces fonctions complexes, le cervelet reçoit des informations de plusieurs points du corps : en ④ chaque propriocepteur situé dans les muscles et les articulations l'informe de la position des membres à chaque instant; en ⑤ et ⑥ le cortex moteur et les corps striés communiquent au cervelet le détail des mouvements qu'ils souhaitent accomplir. Le cervelet peut alors corriger l'exécution du mouvement à partir de la position réelle des membres vers la position qu'ils doivent prendre au cours du mouvement.

Laisse maintenant ton cortex moteur décider l'arrêt du magnétophone; tes corps striés connaissent l'ensemble des mouvements nécessaires pour allonger le bras et le faire; sans que tu en aies conscience, ton cervelet coordonnera toutes les contractions musculaires qui mèneront à bien ce geste très simple. Retourne donc à ton Cahier de Travail pour un résumé de ce que je viens de te dire. Ceci termine la première partie du mini-cours.

MUSIQUE

Partie 2

MUSIQUE

Bonjour,

Tu as vu dans la première partie de ce mini-cours quels sont les centres nerveux supérieurs impliqués dans l'activité motrice. Rappelle-toi bien que ce système fonctionne comme un tout et que la fragmentation qu'on en a fait est un peu artificielle : en fait on ne connaît pas tous les détails d'une activité aussi complexe. Quoiqu'il en soit, des influx moteurs prennent leur départ dans l'encéphale et se rendent aux muscles assurant leur contraction. Les voies motrices sont complexes et l'étape 5 de ton Cahier va te faire étudier la voie de la motricité volontaire et celle de la motricité automatique.

Pour ce faire, tu vas procéder comme tu l'as fait pour les voies sensitives, au mini-cours précédent. A l'aide de la description qui accompagne le schéma correspondant à chacune des voies, dessine le trajet de ces voies motrices. Pour localiser l'emplacement des faisceaux dans la substance blanche de la moelle épinière, tu peux te servir du dessin de ton Cahier de Documents sur la systématisation de la moelle. Exécute ce travail et confronte tes résultats aux cartons en démonstration.

MUSIQUE

Ainsi donc, nous aurions fait le tour du système nerveux. Les récepteurs ont transmis les informations aux centres nerveux; ceux-ci, ayant analysé la situation, envoient des influx moteurs qui assurent toute une quantité d'activités. Mais le système nerveux reçoit continuellement des tas d'informations susceptibles d'accéder au niveau conscient; or on sait

bien que pratiquement notre attention ne peut se fixer sur plus d'une information à la fois, les autres étant traitées de façon inconsciente ou rejetées. C'est qu'il existe une structure nerveuse chargée de régulariser l'activité du système nerveux de façon à ce qu'il ne soit pas submergé par les informations ni affolé par les ordres moteurs; cette structure est la formation réticulée située dans le tronc cérébral, je te l'ai déjà mentionnée de façon rapide. Cette formation réticulée agit sur les voies motrices comme sur les voies sensitives. Je ne te parlerai pas de son action sur les voies motrices car elle est assez complexe et pas tellement utile pour nous; alors que son rôle activateur sur le système nerveux, par l'intermédiaire des voies sensitives, est extrêmenent intéressant dans l'étude des phénomènes de vigilance et d'éveil. Va voir à l'étape 6 le rôle activateur de la Formation Réticulée.

MUSIQUE

Par sa formation réticulée, le cerveau alterne donc son état d'intense activité avec son état de repos au moment du sommeil.

Tout ce que nous avons vu jusqu'ici du système nerveux concerne un fonctionnement global qui se retrouve selon le même schéma chez tous les individus humains. Pourtant chaque individu diffère de son voisin et de tous les autres; il a sa propre personnalité qui se traduit par un comportement individuel : on sait bien que personne n'agit exactement de la même façon dans la même situation. Cela tient à une foule de facteurs qu'il est impossible d'inventorier de façon complète. Telle personne en face d'un chat aura une réaction de tendresse ou de terreur, ou encore d'intérêt ou de mépris. Cette réaction dépend des types de stimuli que cette personne a précédemment reçus à propos des chats, des émotions reliées à ces impressions, de l'éducation familiale et du contexte social possible par rapport

aux chats, etc. etc. Tous ces facteurs ont sûrement atteint le système nerveux et celui-ci a conservé un schéma de comportement vis-à-vis des chats. Aucune structure précise de l'encéphale n'est responsable du comportement; en fait tout l'encéphale intervient dans ce cas et de façon plus particulière un ensemble de structures déjà décrites qui fonctionnellement affectent les manifestations du comportement; cet ensemble fonctionnel est le système limbique. L'étape 7 décrit le système limbique et son rôle.

MUSIQUE

Avec cette notion de comportement et ses connotations émotionnelles, on se retrouve à la frontière mouvante qui relie la biologie à la psychologie. Aussi tu comprendras que nous nous arrêtions ici, dans notre étude du système nerveux.

Tu vas trouver dans ton Cahier de Travail un exercice qui te permettra de revoir certaines parties de ton cours sur le système nerveux.

Au revoir.

MUSIQUE

Mini-cours 11

ENDOCRINOLOGIE I : MORPHOLOGIE ET HISTOLOGIE DES GLANDES ENDOCRINES

Partie 1

MUSIQUE

Bonjour!

Tu abordes aujourd'hui l'étude du système endocrinien. Les glandes endocrines qui constituent ce système élaborent des hormones qui circulent dans le sang. Lorsque nous avons commencé l'étude du système nerveux, nous avons mentionné que la coordination des activités de l'organisme se faisait à la fois par le système endocrinien et le système nerveux.

Le système nerveux est un moyen de contrôle pour ainsi dire conçu en fonction de la vitesse; il permet au corps d'adapter rapidement ses processus internes à des changements intervenants dans son environnement. L'influx nerveux circule rapidement. Les glandes endocrines par contre, règlent les processus permanents de longue durée, tels que la croissance, la maturation sexuelle et la reproduction; les hormones circulent lentement mais agissent plus longtemps.

La compréhension véritable des glandes endocrines est relativement récente; l'endocrinologie est une science qui est née avec le siècle. Même de nos jours on ne peut dénombrer les glandes endocrines avec certitude. Quelques-unes sont bien connues comme l'hypophyse, la thyroïde, les capsules surrénales, les ovaires, les testicules, etc. Des recherches récentes ont établi que le cerveau lui-même agit comme une glande endocrine, puisqu'il produit aussi des hormones.

Pour te placer les idées à propos de toutes ces notions d'hormone, de glande endocrine, de coordination endocrinienne, passe à l'<u>étape 1</u> de ton Cahier de Travail.

MUSIQUE

L'étape 1 avait pour but de te familiariser avec l'endocrinologie, cette science qui étudie le système hormonal. Les prochains mini-cours parleront de ces différentes hormones avec plus de précisions sur quelques-unes d'entre elles et sur la façon dont elles agissent.

Le mini-cours de cette semaine concerne la morphologie et l'histologie des glandes endocrines. Pour commencer, tu vas les étudier chez un rat. A cette fin, tu as à disséquer un rat blanc, pour y observer la plupart des glandes endocrines; immédiatement après, un bref travail te permettra de les comparer avec celles de l'homme qui possède les mêmes glandes : ta comparaison avec les glandes de l'homme n'exigera pas que tu en dissèques un ...!

Avant de commencer ton travail, vérifie tes instruments de dissection. Tu as sur ta table une trousse à dissection qui contient des ciseaux, des pinces, des pics et une sonde cannelée, qui est une tige de métal avec une rainure centrale et une tête avec des "oreilles". S'il te manque un instrument, vois à te le procurer en le demandant au professeur. Je te fais remarquer que l'instrument le plus utile de tous, ce sont tes doigts.

Tu trouveras dans le Cahier de Documents une série de figures qui te seront utiles pour la dissection du rat.

Tout au cours de la dissection, je vais te parler lentement et tu feras une pause toutes les fois où tu entendras la musique, ceci pour effectuer les opérations demandées.

Le rat dont tu vas faire la dissection a été sacrifié il y a quelques minutes. Va en chercher un et reviens à l'écoute.

MUSIQUE

Place le rat sur le dos, sur le plateau à dissection, et fixe-le à l'aide des longues épingles en T que tu as sur ta table. Plante ces épingles dans les quatre membres, tel qu'indiqué à la figure 1 du Cahier de Documents. En te servant de cette même figure, tu sauras si tu as un mâle ou une femelle.

Ton rat étant bien fixé, mouille légèrement les poils de la face ventrale; ainsi ils ne colleront pas aux organes sous-jacents.

MUSIQUE

Les poils étant mouillés, fais une incision médio-ventrale de la peau. Pour cela, soulève la peau avec la pince à dents, en plein centre, juste en haut des organes génitaux et fais une petite ouverture avec les ciseaux, en coupant complètement la peau.

MUSIQUE

Introduis, maintenant, dans l'ouverture la sonde cannelée et sers-toi de cette sonde comme guide pour tes ciseaux. Coupe dans le sens des pointillés de la figure 1.

MUSIQUE

Ensuite, étale la peau de chaque côté, comme l'indiquent les figures 2 et 3. Sers-toi de tes doigts pour le faire. Ecarte la peau avec fermeté sur les côtés. N'utilise pas d'instruments tranchants, tes mains suffisent et ne couperont rien d'important.

MUSIQUE

Maintenant, en te référant à la figure 3, incise la paroi musculaire de la cavité abdominale, médio-ventralement, à partir des organes génitaux, remontant jusqu'au cartilage xyphoïde du sternum; toujours avec les ciseaux découpe la paroi abdominale sous les côtes vers la droite et vers la gauche comme le montre encore la figure 3.

MUSIQUE

Ouvre la cavité thoracique en coupant les côtes, tel que l'indiquent les figures 4 et 5. Suis bien la direction indiquée par les flèches en pointillé , pour faire tes incisions. Il faut pour cela percer le diaphragme d'abord avec la pointe du ciseau en coupant les côtes. Le diaphragme est un muscle plat, mince qui sépare la cage thoracique de la cavité abdominale.

Tu as maintenant, devant toi, la cavité thoracique ouverte; en te servant de la légende de la figure 5, tu peux identifier plusieurs structures : le thymus (si ton rat est jeune), le coeur, des vaisseaux sanguins, les poumons et le diaphragme.

MUSIQUE

En remontant vers la tête, poursuis ta dissection de la région du cou, comme l'indiquent les figures 6 et 7. Regarde la figure 6. (Pause ....) Sur la ligne pointillée médiane, au lieu de couper, ce qui risquerait d'endommager les structures sous le muscle, sers-toi de tes doigts pour écarter les muscles; tu peux même les déchirer. Sous ces muscles, tu trouveras alors la glande thyroïde, la première glande endocrine que nous voyons. Elle se trouve en bas du larynx, de chaque côté de la trachée, un canal blanchâtre. La thyroïde est constituée de deux petits lobes rougeâtres, appliqués sur les côtés de la trachée; ils sont réunis par une mince bande de tissu nommée isthme. Elle est quelquefois difficile à localiser.

MUSIQUE

Tu as trouvé la thyroïde ? Si oui, dessine-la dans ton Cahier de Travail, sur la figure 2.

MUSIQUE

Nous allons maintenant ouvrir la cavité abdominale. Etale, pour ce faire, la paroi musculaire, comme l'indique la figure 8 du Cahier de Documents.

MUSIQUE

Tu as, devant toi, les organes de la cavité abdominale, tels que:

-le foie : couleur rouge foncé, comprenant 5 ou 6 lobes distincts

(pause)

-l'estomac : sac blanchâtre en forme de haricot, situé sous le foie, à la gauche de l'animal, donc à ta droite. Pour le voir, soulève et déplace le foie vers le haut.

MUSIQUE

Pour continuer l'identification des organes de la cavité abdominale, tu devrais voir aussi :

-la rate : glande allongée, volumineuse, rouge foncé, en forme de langue, située sous l'estomac, vers la droite.

(pause)

-le duodénum : c'est le début de l'intestin grêle ou petit intestin; il fait suite à l'estomac. Cherche bien le point de jonction entre le duodénum et l'estomac, comme tu peux le voir sur la figure 9 du Cahier de Documents.

MUSIQUE

Le duodénum, que tu viens de voir, a comme suite le reste du petit intestin, qui lui-même se continue par le gros intestin.

(pause)

Pour ce qui est du pancréas, deuxième glande endocrine que nous voyons, tu peux très bien le localiser en te servant des indications des figures 8 et 9. C'est une glande formée de mailles lâches, qui s'étend entre le duodénum, l'estomac et la rate. Pour le voir, étale avec tes doigts, l'estomac en le repoussant vers le haut et déplace l'intestin vers l'extérieur de la cavité abdominale. Il faut aussi maintenir le foie déplacé vers le haut.

MUSIQUE

Tu vois que le pancréas, chez le rat, n'a pas de structure définie, comme c'est le cas chez l'homme. Dessine sur la figure 2 cette deuxième glande.

MUSIQUE

A présent, repousse la masse des intestins en dehors de la cavité abdominale, comme sur la figure 9 . Si nécessaire, enlève les masses graisseuses.

Tu aperçois les reins cachés partiellement par la graisse, dans le fond de la cavité abdominale, accolés à la paroi dorsale. Au-dessus de chaque rein, se trouve une petite glande brunâtre, ronde, entourée de graisse, c'est la glande surrénale. Observe la figure 10 du Cahier de Documents. Remarque que les reins sont placés dans le haut de la cavité abdominale.

Dessine les glandes surrénales sur la figure 2 de ton Cahier de Travail.

MUSIQUE

Pour les deux dernières glandes endocrines que tu as à localiser, les testicules et les ovaires, cela dépend évidemment du sexe de ton rat. Je te donne les indications pour les deux sexes en commençant par le mâle : tu te serviras du rat ou de la ratte de ton voisin ou de ta voisine, pour faire les observations sur le sexe opposé à celui de ton rat.

Si ton rat est un mâle, tu pourras, en te servant des indications de la figure 10, retracer les testicules qui sont dans un sac appelé scrotum. Pratique une incision ventrale de la peau, depuis la cavité abdominale jusqu'à l'extrémité du scrotum, sur l'un des côtés de l'animal.

MUSIQUE

Enlève les masses graisseuses et examine le testicule et les structures qui l'entourent, comme l'épididyme et le canal déférent. Si tu n'es pas certain de tes observations, demande à ton professeur de t'aider. Puis dessine les testicules sur la figure 2 de ton Cahier.

MUSIQUE

Si tu as une femelle, en te servant de la figure 11 du Cahier de Documents, tu pourras retracer toutes les structures du système génital femelle et en particulier les ovaires, qui jouent aussi le rôle de glande endocrine. Pour trouver les ovaires, retrace les deux cornes de l'utérus. A leur extrémité supérieure, enfouie dans la graisse, tu peux voir une petite glande, bosselée, grosse comme un petit grain de riz, c'est l'ovaire. Fais-toi aider de ton professeur si tu as quelque difficulté. Dessine les ovaires sur la figure 2 de ton Cahier.

MUSIQUE

Maintenant que tu as travaillé fort pour localiser et dessiner les glandes endocrines du rat, j'aimerais que tu établisses une courte comparaison avec l'homme. Comme il serait assez difficile de faire avec un homme ce que tu viens de faire avec le rat... du moins avec espoir de survie pour le patient, je te demande d'aller observer sur une carte murale les différentes glandes endocrines de l'homme. Toutes les glandes que tu dois observer sont indiquées à l'étape 3 de ton Cahier de Travail. En revenant, identifie sur la figure 3, les glandes indiquées et réponds ensuite aux questions qui terminent l'étape et la première partie de ce mini-cours.

Au revoir.

MUSIQUE

Partie 2

MUSIQUE

Bonjour!

Ca va bien ? J'espère que tu as bien disséqué ton rat dans la première partie du mini-cours et que tu sais maintenant où sont situées les diverses glandes endocrines. Dans cette deuxième partie, avant de détailler le rôle de ces glandes endocrines, nous allons faire une étude histologique simple de quatre glandes endocrines. Parlons un peu d'histologie tout d'abord: c'est une discipline de la biologie qui a pour objet l'étude de la structure des tissus à l' échelle microscopique. Pour faire cette étude, les histologistes coupent des tranches très minces, c'est-à-dire de l'ordre du micromètre, dans divers organes et les fixent pour les empêcher de se décomposer puis les colorent et les observent au microscope. Ce sont des préparations microscopiques ainsi fixées et colorées que tu vas examiner cette semaine. Tu ne dois jamais oublier que ce que tu vois c'est une tranche, une coupe très mince faite dans un organe et non l'organe tout entier.

J'aimerais que tu ailles étudier la série de photos en démonstration sur la préparation des tissus pour étude au microscope. On t'y montre les traitements qu'on doit faire subir à un tissu avant qu'on puisse en faire l'observation. Après cela, tu reviendras à l'écoute.

MUSIQUE

Passons maintenant à l'étude histologique de quelques glandes endocrines. La première glande endocrine que tu vas étudier ainsi c'est le testicule. Le testicule, en effet, fabrique une hormone, la testostérone, en plus de produire les spermatozoïdes par le mécanisme de la méiose.

Passe à ton Cahier de Travail. A la figure 4, tu trouveras une schématisation d'une coupe histologique faite dans un testicule: on t'y montre une coupe qui passe transversalement dans un tubule séminifère; tu vois des tubules complets, quelques tubules représentés partiellement, enfin le tissu entre ces tubules, tissu qu'on appelle interstitiel.

MUSIQUE

C'est dans les prochains mini-cours que tu verras comment la testostérone est sécrétée et quels sont ses effets sur l'organisme. Pour continuer ton étude histologique, passe à l'étape suivante qui te présente la structure interne d'un ovaire qui, à la fois, forme des gamètes et fabrique des hormones, tout comme le testicule.

Passe à la page 8 du Cahier de Documents qui illustre schématiquement le système génital féminin. Les ovaires sont suspendus par des ligaments dans l'abdomen. Les ovules se développent à l'intérieur des ovaires; lorsqu'un ovule arrive à maturité, il est libéré à la surface de l'ovaire après rupture de l'épithélium ovarien. Cet ovule s'engage alors dans la trompe de Fallope jusqu'à l'utérus.

Passe maintenant à la figure 5 de ton Cahier de Travail qui illustre une coupe microscopique faite dans un ovaire. On peut y voir des follicules aux divers degrés de leur développement. Ces follicules sont des structures sphériques, ressemblant à des sacs, se développant à l'intérieur de l'ovaire et se déplaçant vers l'épithélium ovarien, au terme de leur croissance; chaque follicule abrite un futur ovule.

Continue ton étude de l'histologie de l'ovaire à l'étape 5.

MUSIQUE

La troisième glande que tu vas observer, soit le pancréas, est une glande dite mixte : c'est une glande qui est à la fois endocrine et exocrine.

La partie endocrine est constituée de ce qu'on appelle les îlôts de Langerhans, nous les verrons tantôt. Quant à la partie exocrine, elle sécrète le suc pancréatique qui est déversé au niveau du duodénum et qui aide à la digestion des aliments dans le petit intestin.

Prend la figure 6 de ton Cahier de Travail qui illustre un gros îlôt de Langerhans : c'est une zone de cellules, assez pâles, qui se retrouvent à l'intérieur de masses de cellules plus fortement colorées; ces groupes de cellules plus sombres s'appellent ACINI; une grappe de cellules à fonction exocrine s'appelle un acinus; le pluriel se dit "acini".

Un îlôt de Langerhans n'est pas isolé des acini environnants, même si le schéma du tissu pancréatique et les observations microscopiques le laissent supposer : c'est lors de la préparation de la lame que les divers groupes de cellules se dissocient; donc les espaces entre acini ou entre acini et îlôts sont artificiels; en réalité, le tissu est continu. Passe à l'étape 6 pour l'observation du pancréas endocrine.

MUSIQUE

Passons maintenant à l'étude de la glande thyroïde. La thyroïde n'est pas une glande mixte : elle est uniquement une glande endocrine.

Regarde la figure 7 de ton Cahier de Travail. La thyroïde est constituée d'une masse de sacs ou structures sphériques appelées follicules : en coupe mince, ces follicules ont l'allure de cercles faits de cellules enfermant une substance centrale, gélatineuse, qu'on nomme "le colloïde"; cette substance se dessèche et se rétracte souvent au moment de la préparation de la coupe.

Passe maintenant à l'étape 7.

MUSIQUE

Maintenant tu vas procéder à l'observation de ces glandes endocrines à l'aide de lames microscopiques.

Tu as sur ta table un microscope et quatre lames dont tu prendras un soin méticuleux; tu es responsable du bon état de ces lames.

Avant de commencer ton observation, nettoie soigneusement les lentilles de ton microscope, i.e. oculaires et objectifs de même que les lames.

A l'aide des schémas du Cahier de Travail et des photos du Cahier de Documents, tu vas travailler à reconnaître par toi-même chacun des tissus endocriniens étudiés; tu vas aussi identifier les principales structures décrites pour chacun de ces tissus.

Commence toujours ton observation au plus faible grossissement et augmente progressivement, jusqu'au grossissement qui se rapproche le plus de celui des photos de ton Cahier de Documents.

Ce travail est très important car tu seras appelé, lors du prochain examen, à reconnaître les tissus endocriniens étudiés et leurs structures principales.

Après ces observations, retourne à ton Cahier de Travail pour terminer le mini-cours par un important exercice d'identification.

Au revoir.

MUSIQUE

Mini-cours 12

ENDOCRINOLOGIE II : LES HORMONES ET LA VIE

Partie 1

MUSIQUE

Bonjour,

Nous venons d'étudier la localisation, la morphologie et l'histologie de quelques glandes endocrines, ovaires, testicules, pancréas et thyroïde. Il y a d'autres glandes endocrines, au moins aussi importantes, l'hypophyse et les glandes surrénales par exemple.

Les glandes endocrines sont nombreuses mais il ne faut pas croire que chaque glande est une unité isolée, agissant seule. Toutes les glandes endocrines sont reliées entre elles dans un réseau complexe d'interactions : elles s'influencent les unes les autres; plusieurs agissent sous l'impulsion directe de l'hypophyse qui est elle-même en étroite relation avec l'hypothalamus, c'est-à-dire avec le système nerveux.

Les liens entre le système nerveux et le système endocrinien sont si nombreux et si importants que la science récente est tentée de parler d'une seule discipline scientifique, la neuroendocrinologie. Il est admis par tous qu'une émotion, un désir, des sentiments de haine, de rage ou d'amour, éprouvés au niveau des centres nerveux supérieurs, peuvent atteindre le thalamus et l'hypothalamus; ce dernier agit sur l'hypophyse; la stimulation ou l'inhibition de l'hypophyse a des retentissements sur chacune des glandes endocrines de l'organisme humain.

L'étape 1 détaille l'important complexe que forment l'hypothalamus et l'hypophyse. C'est la base de la compréhension du système endocrinien. Passe à l'étape 1.

MUSIQUE

Tu as vu qu'il y a une interrelation étroite entre l'hypothalamus, l'hypophyse et les glandes-cibles. Une glande-cible produit une ou des hormones qui agissent au niveau des cellules. Comment la glande-cible ajuste-t-elle sa production hormonale aux besoins plus ou moins grands de l'organisme ? En effet, si une quantité minimale d'hormone est absolument nécessaire à l'organisme, un surplus d'hormone peut être nuisible, toxique même. L'ajustement ou l'équilibre entre la quantité d'hormone requise par l'organisme et la quantité produite s'établit grâce au mécanisme de rétroaction négative ou feedback négatif. Passe à ton Cahier de Travail au paragraphe "Régulation par rétroaction" de l'étape 1.

MUSIQUE

Depuis le début de ton étude des glandes endocrines, tu soupçonnes sans doute l'importance des hormones pour le maintien et l'épanouissement de la vie.

Les prochaines étapes de ce mini-cours vont te rendre plus explicites les rôles essentiels et diversifiés des principales hormones, dans le déroulement de ta propre vie.

Sans remonter au déluge, je t'invite quand même à retourner aux premières semaines de ton existence, dans le sein de ta mère; déjà l'action des hormones se manifestait, te permettant d'acquérir un sexe masculin ou féminin bien identifiable. Plus tard, depuis ta naissance, des hormones assurent le développement et la croissance harmonieuse de ton corps, jusqu'à l'âge adulte. A ce stade, les hormones sexuelles permettent la reproduction et stabilisent tout individu dans son identité propre d'homme ou de femme. Plusieurs autres hormones agissent tout au long de la vie comme régulatrices du métabolisme et permettent de faire face aux changements ou pressions de toutes sortes provenant du monde extérieur ou intérieur; la réaction de l'organisme à ces pressions se fait sous gouverne hormonale et constitue le stress.

Abordons maintenant les grandes étapes de la vie une à une. La première étape te reporte avant la naissance, aux premières semaines du développement de l'embryon.

En génétique, tu as vu qu'à la fécondation, il y a fusion d'un gamète mâle et d'un gamète femelle; tu te rappelles que le gamète mâle peut contenir un chromosomes X ou un chromosome Y, alors que le gamète femelle ne peut contenir qu' un chromosome X. Le zygote résultant de l'union de deux gamètes porteurs chacun d'un chromosome X donne une fille tandis que l'union d'un spermatozoïde porteur d'un chromosome Y avec un ovule contenant toujours un X donne un garçon. Mais ceci ne suffit pas pour assurer le développement sexuel complet d'un garçon ou d'une fille. En effet, au cours du développement de l'enfant dans le sein maternel, des hormones interviennent dans la formation des organes sexuels de l'enfant, dont le sexe est déjà déterminé par les chromosomes.

Passe à l'étape 2 de ton Cahier de Travail pour une explication plus précise de ces faits.

USIQUE

Les hormones sexuelles sont donc fabriquées au cours de la vie embryonnaire pour assurer le développement des voies génitales. Ces voies génitales demeurent cependant non fonctionnelles jusqu'à la puberté. En effet, pendant l'enfance, les glandes sexuelles du garçon et de la fille ne sécrètent pratiquement pas d'hormone, ni testostérone, ni oestrogènes. Le développement final des organes sexuels ne sera parachevé qu'au moment de la puberté.

Entre-temps, la croissance générale de l'enfant, sa croissance en taille et en poids, doit se continuer. Cette croissance est elle aussi régie par l'action d'un certain nombre d'hormones regroupées sous le titre d'hormones de la croissance.

Passe à l'étape 3 qui t'explique l'influence hormonale sur la croissance.

MUSIQUE

La croissance est donc réglée principalement par l'action de la STH et de la thyroxine.

Sachant l'importance des hormones pour la croissance, on en déduit facilement que certains défauts de croissance sont dus à des dérèglements hormonaux. Ces dérèglements correspondent soit à un hyperfonctionnement glandulaire, i.e. une sécrétion hormonale trop abondante, soit à un hypofonctionnement, i.e. une sécrétion insuffisante d'hormone.

Il y a des cas classiques d'hyper- ou d'hypofonctionnement de l'hypophyse et de la thyroïde qui produisent des dérèglements de la croissance. Tu trouveras dans le Cahier de Documents quelques-uns de ces cas. Observe ces photos et à l'aide de la légende, complète le tableau dans ton Cahier de Travail.

MUSIQUE

Nous avons étudié dans l'étape précédente l'influence de deux hormones sur l'accroissement de la taille des cellules et sur leur multiplication. L'effet en est, bien sûr, l'augmentation de la taille de l'individu.

Mais tu dois te souvenir que les cellules d'un organisme, quel que soit son âge, doivent être constamment alimentées. Tous nos tissus, tous nos systèmes doivent, à chaque instant, opérer les réactions biochimiques qui maintiendront l'harmonie entre toutes les fonctions du corps.

Toutes ces réactions constituent le métabolisme de l'individu. Les hormones participent étroitement à la régulation du métabolisme, donc prennent part à la régulation des diverses réactions biochimiques qui constituent le métabolisme

En regroupant les fonctions du métabolisme général selon leur utilité, on peut considérer le métabolisme des glucides, celui des lipides, des protides, etc.

De par son importance, le métabolisme des glucides ou des sucres nous intéresse particulièrement, parce que l'activité du système nerveux central dépend presque entièrement d'un apport suffisant en sucre; l'activité musculaire exige aussi un ravitaillement rapide et constant en sucre. En effet, les activités nerveuses et musculaires entraînent constamment une dépense d'énergie et tu te souviens que la dégradation du glucose au niveau cellulaire est la source d'énergie la plus efficace.

Voyons maintenant comment le système hormonal assure un niveau constant de glucose dans le sang chargé d'alimenter les cellules.

Le glucose étant le premier carburant des muscles et la source d'énergie quasi-exclusive des neurones, il est facile de comprendre l'importance des mécanismes hormonaux qui assureront aux cellules un apport nutritif constant.

Passe à l'étape 4. La figure 7 montre les divers niveaux possibles de la glycémie, i.e. les divers niveaux de glucose dans le sang.

(pause)

Deux situations sont possibles; par exemple, le niveau de sucre dans le sang qui baigne les cellules est trop élevé à la suite d'une alimentation riche en glucides; il faut alors mettre en réserve les précieux glucides. Un autre cas : si à un autre moment, le niveau de sucre dans le sang baisse endessous de la normale, il faudra mobiliser les réserves et les ramener dans le sang. Va lire le texte qui accompagne cette figure 7 à l'étape 4.

MUSIQUE

Prends maintenant la figure 8; je vais te l'expliquer, étape par étape.

Supposons l'absorption d'un repas riche en glucides : pâtes alimentaires, pain, pâtisseries, sucre. Après la digestion de ce repas, on retrouvera dans le sang, un surplus de glucose. C'est un état qu'on appelle hyperglycémie. Pour ramener le taux de sucre à un niveau normal le pancréas jouera un rôle important. Retrouve le pancréas sur le schéma 8.

(pause)

En (1) , une hormone du pancréas endocrinien, l'insuline, est libérée dans le sang. Elle va agir surtout au niveau du foie, en (2) , et des muscles (3) ; l'insuline favorise une entrée abondante du glucose dans les cellules des muscles et du foie qui servent d'organes d'entreposage pour le glucose en excès. L'insuline ralentit aussi une activité du foie qui est de fabriquer du glucose.

Je te fais remarquer que le glucose n'est pas entreposé tel quel; il se fait une sorte de condensation au cours de laquelle de nombreuses molécules de glucose deviennent une seule grosse molécule de glycogène.

Un autre point à retenir : le cerveau est toujours largement irrigué par le sang et c'est dans le cerveau, plus précisément dans l'hypothalamus, que se situent les centres d'analyse du niveau de glucose sanguin (4) .

Réponds maintenant aux questions qui résument les connaissances que tu as acquises au cours de l'étude de la figure 8.

MUSIQUE

Le schéma suivant, <u>figure 9</u>, illustre ce qui se passe dans une situation à l'opposé de celle qu'on vient de te décrire. Supposons un travail musculaire intense qui nécessite beaucoup d'énergie, donc beaucoup de carburant cellulaire, du glucose surtout; le niveau de sucre baisse un moment sous la normale, c'est un état qu'on appelle hypoglycémie. L'organisme se met en branle pour rétablir le plus rapidement possible le niveau sanguin du sucre.

Plusieurs organes et glandes endocrines interviennent dans ce mécanisme. Tu as sous les yeux la <u>figure 9</u> ? En ① , on voit que le pancréas cesse sa sécrétion d'insuline et libère une autre hormone, le glucagon, dont l'effet est contraire à celui de l'insuline; sous l'influence du glucagon en ② , le glycogène de réserve du foie redevient glucose qui retourne au sang.

En ③ , le cerveau, lui aussi informé de l'hypoglycémie, émet un message ④ qui agit sur la partie centrale ou médulla des glandes surrénales; en ⑤ , la médulla des surrénales libère alors une hormone, l'adrénaline. Cette hormone a pour effet de stimuler la formation de glucose par le foie soit à partir du glycogène, soit à partir de d'autres molécules organiques en cas de pénurie de glycogène.

Maintenant réponds aux questions résumant cette <u>figure 9</u>.

MUSIQUE

Passe maintenant au schéma suivant, <u>le 10</u>, pour la suite des événements toujours en situation d'hypoglycémie. L'adrénaline, on l'a vu, agit sur le foie. En même temps, en ① , on voit qu'elle incite l'hypothalamus à faire émettre une hormone hypophysaire, l'ACTH ② qui va agir sur la partie externe ou cortex des surrénales, en ③ . Le cortex des surrénales sécrète alors un groupe d'hormones nommées hormones corticoïdes ④ . Les corticoïdes stimulent la synthèse du glucose par le foie, en ⑤ , et agissent au niveau des cellules musculaires, en ⑥ , pour qu'elles diminuent leur absorption du glucose ⑦ , de façon à en laisser le maximum dans le sang, pour relever la glycémie.

Si on résume la figure 10, la synthèse accrue de glucose par le foie sous l'influence de l'adrénaline et des corticoïdes et de l'économie de carburant-glucose au niveau musculaire sous l'influence des corticoïdes permettront à l'organisme de ramener rapidement le glucose sanguin à son niveau normal.

Va maintenant répondre aux questions qui suivent la figure 10 et effectuer le travail proposé qui termine l'étape 4 et la première partie du mini-cours.

Au revoir.

MUSIQUE

Partie 2

Bonjour,

Le contrôle du métabolisme des sucres, que tu as vu dans la partie 1, te donne une bonne idée de l'importance des hormones dans la distribution des aliments aux cellules du corps humain. A condition que ton alimentation soit bien équilibrée, les cellules recevront ce qu'il leur faut de glucose, et au moment voulu. Si tu fais des excès de table, il ne faut pas t'inquiéter, les hormones se chargeront de stocker les surplus, en glycogène d'abord, puis en tissu adipeux : tu engraisses tout simplement.

Il faut dire qu'en certains cas, des hypo- ou des hyperfonctionnements des glandes chargées de contrôler le métabolisme alimentaire, peuvent entraîner soit une maigreur excessive ou de l'obésité due alors à des désordres hormonaux.

Mais l'organisme humain n'a pas que des questions d'ordre alimentaire à résoudre, il lui arrive de subir des agressions de toutes sortes. Ce que j'appelle une agression pour l'organisme peut être très varié; c'est la faim par exemple, c'est la tension développée à l'approche d'un examen ou bien un individu armé d'un long couteau et qui t'en veut; ce peut être une marche épuisante dans une tempête de neige alors qu'il y a grève du métro; ou bien, c'est la souffrance ressentie à la suite d'une fracture, c'est le froid, une émotion. Une agression enfin, c'est tout agent externe ou interne, capable de provoquer un ensemble de réactions de la part de l'organisme. Cet ensemble de réactions constituent ce qu'on appelle, le "stress". C'est le docteur Hans Selye de l'Université de Montréal qui a défini ce qu'on entend médicalement par le terme de "stress" et qui a fait les principales recherches sur le rôle des hormones dans le phénomène du stress.

Ce sont les hormones des capsules surrénales qui sont en grande partie responsables des réactions d'adaptation de l'organisme face aux agressions. C'est cette réponse ou cette adaptation de l'organisme qui constitue

le stress proprement dit. Le stimulus externe ou interne qui provoque le stress est appelé stresseur ou agent stressant.

Il faut dire que dans le langage courant, on confond souvent agent stressant et stress; on dit par exemple : j'ai subi un stress très fort, alors qu'on veut dire qu'un stresseur très puissant nous a agressé et que la réaction a cet agent stressant a été très forte.

Passe maintenant à l'étape 5 où on précise ce qu'est le stress et comment l'organisme opère son adaptation face à un stresseur.

MUSIQUE

L'individu qui livre le dur combat de la vie contre les agents stressants par le mécanisme que nous venons de décrire est un homme ou une femme. Cette affirmation te semble une évidence, mais il ne faut pas oublier que dans le monde végétal et dans le monde animal, on trouve des êtres normaux pourvus des deux sexes : ce sont des hermaphrodites; chez les mammifères supérieurs et dans l'espèce humaine, porter les deux sexes à la fois constitue une rare exception et entraîne des troubles physiologiques et psychologiques considérables.

Normalement la distinction entre homme et femme se fait en considérant un certain nombre de caractères propres à chaque sexe et que l'on appelle caractères sexuels. Les caractères sexuels primaires sont les gonades elles-mêmes, et les voies génitales; ils se différencient, on l'a vu, dès la vie embryonnaire. A la puberté, quelques caractéristiques morphologiques et anatomiques se développent, ce sont les caractères sexuels secondaires, tels la présence de seins, une musculature plus ou moins développée, une stature caractéristique, une pilosité particulière.

Largement influencé par les hormones sexuelles sécrétées par les gonades arrivées à maturité avec la puberté, le développement psychique et affectif déclenche des comportements caractéristiques de chacun des sexes,

comportement dont le but est le rapprochement de deux individus de sexes différents, rapprochement dont la finalité biologique est le maintien de l'espèce. Ces comportements sont extrêmement influencés par les cultures, les religions, les époques historiques; ce sont les caractères sexuels tertiaires : ainsi à une période donnée, dans tel pays, on identifiera une femme à la longueur des cheveux, ou au fait de porter tel type de vêtement ou d'ornement; à une autre époque, la longueur des cheveux par exemple ne sera pas plus l'apanage d'un sexe que de l'autre.

Passe à ton Cahier de Travail pour faire l'étape 6.

MUSIQUE

Vers l'âge de 11 ans survient ce qu'on appelle la puberté, éthymologiquement l'époque où apparaissent entre autres les poils pubiens. Remarque que l'âge de 11 ans est un âge moyen : en fait, l'âge de la puberté varie beaucoup d'un individu à l'autre, sous l'influence de nombreux facteurs, génétiques, sociaux, culturels, etc., dont nous dirons un mot plus loin en voyant ce qui déclenche la puberté.

La puberté se caractérise par une métamorphose physique, physiologique et psychique.

Au point de vue sexuel, au début de cette période, les gonades sécrètent suffisamment d'hormones sexuelles pour provoquer la croissance accélérée des organes génitaux (caractères primaires) et l'apparition des caractères secondaires. C'est aussi au cours de la puberté que les gonades commencent à produire des gamètes, ovules ou spermatozoïdes, aptes à la fécondation; la jeune fille capable de concevoir un enfant n'a souvent pas encore une constitution physique suffisamment développée pour mener à terme une grossesse.

Passe à ton Cahier de Travail à l'étape 7 qui te décrit les phénomènes de la puberté.

MUSIQUE

Tu viens de lire une description abrégée des modifications corporelles que subissent le garçon et la fille qui deviennent pubères. Il est facile de comprendre que les sécrétions d'hormones sexuelles et les transformations physiques qui en résultent ont de profonds retentissements sur le psychisme : le garçon prend conscience qu'il devient un homme; la jeune fille découvre sa féminité; l'un et l'autre s'aperçoivent qu'il y a une moitié de l'univers qui diffère de l'autre! (merveille).

Tu te demandes peut-être à ce moment-ci ce qui déclenche le commencement de la puberté. C'est un problème encore mal solutionné : la biologie possède des bribes de réponse. On sait par exemple que l'épiphyse joue un rôle, que l'alimentation est importante, que le développement mental avance ou retarde la puberté. De nombreux facteurs internes, comme la maturation des glandes endocrines, et des facteurs externes qui tiennent au milieu socio-culturel de l'individu, agissent sur le début de la vie sexuelle d'un être, par le médium du système nerveux et du système endocrinien. La part exacte de chacun de ces facteurs est encore difficile à préciser.

Passe à ton Cahier de Travail : le schéma 17 et sa description à l'étape 6 illustre l'influence des multiples facteurs qui entrent en jeu pour faire démarrer la puberté.

MUSIQUE

La puberté, dans ses manifestations corporelles, est fortement contrôlée par un jeu assez complexe d'interactions hormonales qui te seront présentées un peu plus tard. Ces hormones n'ont pas que des effets physiques et physiologiques. L'identité sexuelle de chacun, c'est-à-dire, la façon dont l'individu se considère lui-même comme appartenant à l'un ou l'autre sexe, les com-

portements sexuels, affectifs et érotiques de chacun, dépendent également, au moins en partie,de l'imprégnation hormonale qui s'effectue à partir de la puberté. Tout ce qui est comportement sexuel, érotique, génital, forme ce qu'on appelle les caractères sexuels tertiaires. Chez l'animal, les caractères sexuels tertiaires sont presque mécaniquement déterminés par les gènes et les hormones : on parle d'instinct sexuel. Chez l'homme, l'éducation familiale, les contraintes sociales, les tabous, les modes viennent modifier les conditionnements hormonaux de ce qu'on appelle virilité, féminité et attraction sexuelle.

Tous les changements physiques et physiologiques qui se produisent au moment de la puberté chez le garçon et la fille ont comme effet de leur permettre d'aborder une vie sexuelle active à la fin de l'adolescence.

Ils sont, à ce moment, portés à rechercher un partenaire sexuel et ceci en concordance avec le développement de leurs organes génitaux qui ont atteint leur maturité fonctionnelle, vers l'âge de 17 ans.

Le maintien de la fonction sexuelle établie à la puberté nécessite l'action continue des hormones qui ont permis son installation. L'intervention de l'hypophyse se maintient toute la durée de la vie sexuelle active, agissant constamment sur le testicule ou l'ovaire. Les interrelations hormonales étant différentes chez l'homme et chez la femme, nous les étudierons séparément.

Passe à l'étape 9 qui te renseignera sur les interactions entre les hormones hypophysaires et testiculaires chez l'homme.

MUSIQUE

Tu as vu comment, chez l'homme, le taux de testostérone était régularisé dans le sang et comment l'activité des testicules est influencée par les hormones hypophysaires, Au moyen de l'explication que tu viens de voir dans ton Cahier, complète la légende de la figure 18 qui se trouve à la page suivante.

Ce travail termine ce mini-cours. La semaine prochaine, tu pourras étudier les questions relatives au cycle menstruel chez la femme, les phénomènes particuliers de l'accouchement, de l'allaitement et de la ménopause.

Sur ce, au revoir.

MUSIQUE

Mini-cours 13

ENDOCRINOLOGIE III : LES HORMONES ET LA VIE (suite)

MUSIQUE

Bonjour,

A la fin du mini-cours précédent, on a vu que,chez l'homme la régulation de la production des hormones sexuelles est assez simple. Elle a pour conséquence d'assurer une production continue de spermatozoïdes et un taux de testostérone à peu près constant.

Au contraire, chez la femme, c'est différent : de la puberté à la ménopause, l'activité des organes génitaux est essentiellement cyclique. Cette activité cyclique a pour but de produire un ovule fécondable, chaque mois. Et comme le système génital féminin est chargé d'abriter le développement du zygote en cas de fécondation, l'utérus, à chaque cycle, se prépare à assurer l'implantation et l'alimentation de ce zygote.

Comme chez l'homme, c'est l'hypophyse qui gère la production hormonale des gonades. C'est l'effet de feed-back des hormones ovariennes sur l'hypophyse qui explique l'activité cyclique du système génital féminin. Essayons d'avoir une vue d'ensemble des variations hormonales et structurales qui se passent chez la femme adulte.

Prends la photo de la page 1 du Cahier de Documents; je vais lentement te la commenter.

(pause)

Tu vois trois structures différentes sur cette photo : l'hypophyse, le follicule de l'ovaire et la paroi de l'utérus. Ces structures sont en interrelation hormonale continuelle. C'est le sang, toujours, qui transporte les hormones de l'une à l'autre glande.

Le cycle moyen chez une femme est de 28 jours; le seul événement de ce cycle qui soit aisément identifiable est l'apparition de la menstruation qui correspond à la destruction de la couche superficielle interne de l'utérus. C'est donc par convention que le premier jour des menstruations est le jour Un du cycle sexuel. Comme tu le vois sur la photo, dès que cette dégradation de la muqueuse utérine est terminée, la prolifération des cellules recommence et la muqueuse s'épaissit à nouveau de façon à pouvoir héberger un zygote si jamais il y avait fécondation au cours du cycle qui s'amorce. La muqueuse utérine épaissie contient de nombreuses petites artères et plusieurs glandes sécrétrices de substance nutritive pour un futur embryon.

Ces transformations de la muqueuse utérine sont une conséquence directe de l'activité qui se déroule au niveau de l'ovaire. Pendant les premiers jours du cycle, un follicule primaire commence à se développer; il grossit jusqu'à devenir un follicule à maturité, le follicule de De Graaf. A mesure qu'il augmente de volume, sa thèque sécrète des oestrogènes; tu vois que la courbe d'oestrogènes dans le sang augmente de façon progressive. Au 14e jour du cycle, le follicule de De Graaf éclate : c'est l'ovulation qui termine la première partie du cycle. La paroi du follicule rompu à la surface de l'ovaire se transforme en corps jaune. Le corps jaune subsiste pendant quelques jours, pendant lesquels il sécrète de la progestérone et des oestrogènes. C'est ce qui explique que la courbe de progestérone dans le sang n'existe que dans la deuxième partie du cycle et qu'il y ait un 2e pic dans la courbe des oestrogènes.

Ce sont les oestrogènes et la progestérone qui assurent et maintiennent l'épaississement de la muqueuse utérine. Dès que leur courbe baisse dans les derniers jours du cycle, la muqueuse se détruit et la menstruation recommence, c'est le début d'un nouveau cycle.

Donc, follicule en développement et corps jaune produisent des hormones qui règlent le cycle menstruel.

Mais ce cycle ovarien comprenant la maturation du follicule, l'ovulation et l'activité du corps jaune, (ce cycle ovarien) est lui-même réglé par l'hypophyse. Celle-ci, influencée par les RF de l'hypothalamus, sécrète les deux mêmes gonado-stimulines que chez l'homme; la première est la FSH : tu vois sa courbe de concentration, en orangé, juste sous l'hypophyse, et la seconde, la LH, en vert. La LH est identique à l'ICSH de l'homme; le nom seul est différent.

Dans les premiers jours du cycle, le taux de la FSH ou folliculo-stimuline augmente et son nom le dit, elle stimule la maturation d'un follicule ovarien. Lorsque la courbe de la FSH redescend, celle de la LH monte et au 14e jour du cycle, la FSH et la LH agissent ensemble pour provoquer l'ovulation. Par la suite, la LH continue de monter, agissant sur la formation du corps jaune. Ce sont les hormones du corps jaune, oestrogènes et progestérone, qui, atteignant le sommet de leur courbe quelques jours avant la fin du cycle, vont exercer un feedback sur l'hypophyse; la LH redescend, le corps jaune dégénère, la courbe de ses hormones redescend et la muqueuse de l'utérus, privée d'hormones, se désintègre. Et comme le taux d'oestrogènes et de progestérone a atteint son plus bas niveau, l'hypophyse est libérée de leur inhibition et elle recommence à sécréter la FSH; un nouveau cycle commence, marqué par la menstruation dans l'utérus et le développement d'un follicule dans l'ovaire.

La durée du cycle sexuel peut varier, d'une femme à l'autre. Le nombre 28 jours n'est qu'une moyenne. Un cycle de 21 ou de 40 jours peut être parfaitement normal et des irrégularités de quelques jours sont considérées comme normales aussi.

Passe à l'<u>étape 1</u> de ton Cahier qui t'explique les interrelations hormonales qui se déroulent au cours d'un cycle moyen de 28 jours.

MUSIQUE

Après avoir expliqué de façon assez simple les interactions hormonales qui ont lieu au cours du cycle menstruel, je dois te dire qu'il existe toujours certaines inconnues : on ne connaît pas, par exemple, le mécanisme précis et détaillé qui provoque l'ovulation même si la LH joue un rôle déterminant. De même la dégénérescence du corps jaune n'est pas complètement expliquée. De plus, les courbes de variations des hormones ne sont pas toujours identiques, selon les chercheurs qui publient les résultats de leurs recherches. C'est que ces recherches sont toujours en cours, et le mécanisme étudié est très délicat et sujet à variation par de nombreux facteurs. La bibliographie proposée dans le plan de cours cite des auteurs qui proposent des courbes hormonales quelquefois différentes mais sans opposition fondamentale.

Pour le moment, tu peux t'en tenir aux courbes de variation que nous t'avons proposées.

A la fin de l'<u>étape 1</u>, tu trouveras la <u>figure 2</u> qui reproduit schématiquement la photo du Cahier de Documents illustrant les différentes courbes hormonales chez la femme.

On a vu que c'est à cause des variations du taux des hormones que se produit l'ovulation. En recherches médicales, on s'est rendu compte qu'un excès d'hormones ovariennes bloque l'ovulation. C'est ce mécanisme qui explique l'efficacité de la pilule anticonceptionnelle. On dit pilule anticonceptionnelle, anovulants ou contraceptifs oraux, ou encore, tout simplement, "la pilule". Il s'agit toujours, quelle que soit la marque commerciale, d'hormones sexuelles synthétisées en laboratoire, soit des oestrogènes et des progestatifs combinés de façon variée.

Comment ces comprimés ont-ils un effet anticonceptionnel ? On pense généralement que la première action en est une d'inhibition sur l'hypothalamus et l'hypophyse; l'hypophyse inhibée, il n'y aurait pas de maturation de follicule et donc l'ovulation n'aurait pas lieu. Mais il semble que des effets

secondaires importants s'ajoutent à ceci; par exemple, le mucus sécrété par le col de l'utérus devient imperméable aux spermatozoïdes et la muqueuse utérine devient impropre à la nidation de l'embryon, ce qui veut dire que même s'il y avait fécondation, une grossesse ne pourrait pas se poursuivre. Les contraceptifs oraux qui sont présentement sur le marché combinent, la plupart du temps, oestrogènes et progestatifs de façon à diminuer les effets secondaires désagréables comme les nausées, prises de poids, migraines, etc. Ils ne sont d'ailleurs administrés qu'après consultation médicale. Si le problème de la contraception t'intéresse, il t'intéressera sûrement un jour, le Service de Santé du Collège est à même de te fournir des documents et des renseignements supplémentaires.

On a dit plus haut que la vie sexuelle d'une femme est marquée de façon régulière par une activité hormonale cyclique. Le début de chaque cycle est le signe de l'absence ou de l'échec de la fécondation au cours du cycle précédent.

Mais si l'ovule libéré au 14e jour est fécondé moins de 24 heures après sa libération, l'activité cyclique hormonale est arrêtée et un tout autre mécanisme hormonal s'installe pour assurer le développement du zygote. L'étape 2 t'explique comment les hormones vont empêcher la menstruation suivante de se produire de façon à ce que le zygote s'implante dans la muqueuse utérine et s'y développe; autrement dit, tu vas voir le rôle des hormones au cours d'une grossesse. La grossesse est l'état d'une femme enceinte; on dit aussi en termes biologiques gestation pour grossesse.

MUSIQUE

Quelques heures avant l'accouchement, des contractions puissantes et rythmiques du muscle utérin se produisent. Au début du travail, très souvent, les membranes entourant l'enfant se rompent et le liquide intra-utérin

s'écoule par le vagin, on dit que "les eaux se brisent". Les premières contractions ont pour effet de dilater le col de l'utérus jusqu'à ce qu'il atteigne un diamètre de 10 cm environ. Les contractions suivantes poussent l'enfant vers l'extérieur par le col utérin et le vagin. La mère peut aider cette expulsion par des contractions actives des muscles abdominaux conjugées aux contractions de l'utérus.

Les facteurs responsables du déclenchement du "travail", c'est-à-dire la période où l'utérus est en contraction jusqu'à l'expulsion, (ces facteurs) sont nombreux. L'étape 3 retrace les principales étapes de la parturition ou accouchement, surtout au point de vue hormonal.

MUSIQUE

La vie sexuelle active d'une femme est donc caractérisée par une succession de cycles qui sont susceptibles d'être interrompus par des grossesses.

Mais lorsque la femme atteint un certain âge, vers 45 ou 50 ans, les ovaires cessent progressivement leur production d'hormones. Les cycles préovariens et les règles cessent complètement vers 50 ans; ce moment est précédé d'une période plus ou moins longue pendant laquelle les règles deviennent irrégulières.

La diminution de la sécrétion d'hormones ovariennes est accompagnée de modifications de l'activité de d'autres glandes endocrines et par les troubles généraux du "retour d'âge". Ces troubles parfois légers, parfois intenses, sont physiques et psychiques : bouffées de chaleur, crises de transpiration, instabilité de la tension artérielle, irrégularité du caractère, émotivité. Dans les mois qui suivent, il se produit une régression plus ou

moins marquée des caractères sexuels secondaires. Toutefois, l'appétit sexuel souvent ne diminue pas et même, en certains cas, il s'accroît. Le mécanisme de cette mise en sommeil de l'ovaire, entraînant des conséquences qui portent sur l'ensemble de l'organisme, est encore mal connu,

Chez l'homme, le mâle, la cessation de l'activité testiculaire se fait de façon beaucoup plus progressive. La diminution de la testostérone se fait lentement et le taux demeure assez élevé pour maintenir la vigueur sexuelle tout le long de la vie. On rapporte même la fertilité, chez certains hommes, jusqu'à 80 ans. Il n'y a pas de cessation de la fonction reproductive analogue à la ménopause. On ne peut donc parler de véritable andropause.

Passe à ton Cahier de Travail et notes-y la définition de ménopause et ses symptômes.

MUSIQUE

Il nous faut admettre que les connaissances scientifiques sur la physiologie sexuelle humaine sont très incomplètes. Si l'espèce humaine partage avec la plupart des mammifères une même physiologie pour ce qui est du coeur, de la digestion, de la respiration, etc., il n'en est pas de même pour la physiologie sexuelle.

Il est difficile chez l'homme de poursuivre des études minutieuses de cette physiologie, à cause d'une réticence générale des scientifiques à le faire.

Nous voici rendus au terme de notre mini-étude qui portait sur l'importance des hormones au cours de la vie d'un être humain. Un exercice-synthèse qui termine le mini-cours te permettra de vérifier tes connaissances sur la vie hormonale féminine.

Rendez-vous au cours 931, qui continue l'étude de l'organisme humain dans ses divers systèmes.

Au revoir.

MUSIQUE

15-3119

Imprimé au collège Ahuntsic

CAHIER DE
L'ÉTUDIANT (I)

Collège de Rosemont
Département de Biologie
1977

BIOLOGIE HUMAINE

E D U Q 8270044c

Cahier 2
Tome II

CAHIER DE TRAVAIL
de l'étudiant

BIOLOGIE HUMAINE I

Collège de Rosemont
Département de biologie

Mini-cours 8

SYSTEME NERVEUX I

ANATOMIE ET HISTOLOGIE DU SYSTEME NERVEUX

Mini-cours 8

SYSTEME NERVEUX I

ANATOMIE ET HISTOLOGIE DU SYSTEME NERVEUX

Objectifs de comportement

A la fin de ce mini-cours tu dois être capable de :

1) Décrire l'organisation schématique du système nerveux
2) Présenter une vue d'ensemble du système nerveux
3) Identifier les diverses parties d'un encéphale de mouton
4) Détailler la structure de l'encéphale humain
5) Décrire les types de protection dont l'encéphale humain bénéficie
6) Localiser et donner le rôle du liquide céphalo-rachidien
7) Détailler la structure et la localisation de la moelle épinière
8) Détailler la structure histologique d'un nerf
9) Classifier les nerfs selon différents points de vue
10) Détailler la structure d'un neurone
11) Différencier dendrite et axone au point de vue structure et fonction
12) Donner ce qui constitue, au niveau du neurone, la substance blanche et la substance grise

INTRODUCTION

C'est un édifice complexe qu'un organisme humain; des millions de cellules opèrent chacune leur métabolisme de base sans qu'aucune pourtant ne soit indépendante : chacune attend des autres qu'elles l'aident à maintenir son activité interne.

Mais comment les unes pourraient-elles connaître les besoins des autres sans un système de communications bien organisé, capable de coordonner toutes les activités de l'organisme assurant ainsi un équilibre dynamique entre les fonctions. Ce système de communications est le système neuro-endocrinien.

De par sa fonction, ce système atteint par son activité toutes les parties de l'organisme. Le système nerveux étend ses ramifications cellulaires dans les moindres groupes de cellules, alors que le système endocrinien secrète des hormones qui atteignent chaque cellule par le courant sanguin.

Ce premier mini-cours étudie l'anatomie macroscopique et microscopique du système nerveux en plus d'aborder le schéma de base de son fonctionnement.

SITUATION A

Quelques minutes plus tard ....

SITUATION B

Figure 1 : Le système nerveux en action

Partie 1

ETAPE 1 : LE SYSTEME NERVEUX EN ACTIVITE

Stimulation et réaction

L'individu représenté en A et en B vit deux situations successives différentes impliquant une modification de l'environnement.

Sans utiliser un vocabulaire scientifique, décris la succession de phénomènes nerveux vécus au cours de ces deux situations.

A : . . . .

B : . . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

Organisation schématique du système nerveux

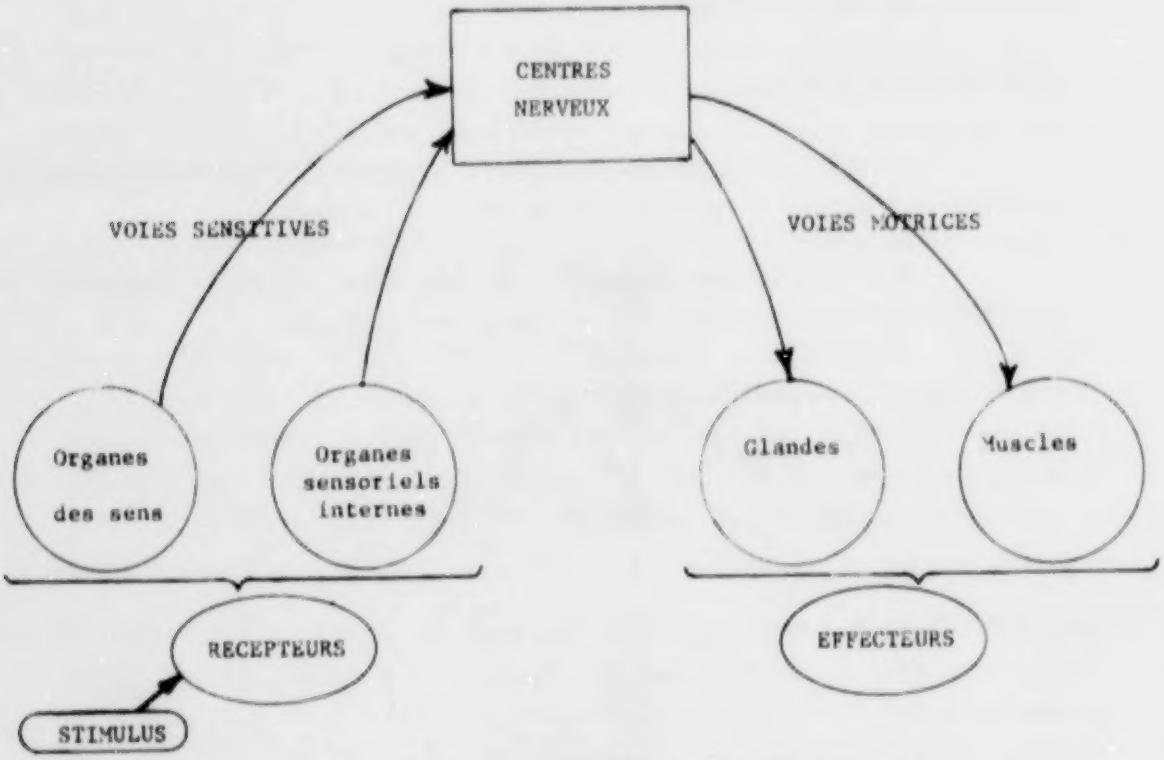


Figure 2 : Organisation du système nerveux

L'activité nerveuse ne peut être déclenchée que par la stimulation d'un récepteur; tout passe par les sens. Pour qu'une réaction se produise à la suite de cette stimulation, l'intégrité du système doit être respectée; une interruption à un quelconque niveau arrête le processus. De plus, le développement fonctionnel du système nerveux est lié à sa propre activité; plus les stimuli sont nombreux et variés, plus les centres nerveux apprennent à raffiner leurs réponses et plus les effecteurs deviennent efficaces. Priver le système nerveux de stimulation équivaut à l'atrophier et peut à la limite arrêter son évolution.

Organisation fonctionnelle du système nerveux

Dans les centres nerveux, les renseignements provenant des récepteurs sont identifiés, triés et classifiés selon leur origine, leur fréquence, leur intensité, etc.; puis ils sont comparés à l'expérience innée ou à l'expérience acquise retenue par la mémoire; le tout est alors intégré et transmis sous forme d'un ordre déterminant la réponse.

Au point de vue fonctionnel, le système nerveux régit deux grands types d'activités : la VIE VEGETATIVE et la VIE DE RELATION.

La vie végétative concerne l'état physiologique de l'individu. Des récepteurs logés dans les organes internes (viscères, vaisseaux sanguins) transmettent constamment des informations sur cet état physiologique. Les effecteurs susceptibles de modifier cet état sont des muscles et des glandes dont l'activité est involontaire : muscle cardiaque, muscle intestinal, glandes digestives, etc.

La vie de relation règle les rapports de l'individu avec le monde extérieur. Des récepteurs spécialisés (les cinq sens) captent les informations. Les centres nerveux se servent de ces informations, soit pour déclencher une action sur ce milieu extérieur par les muscles squelettiques (parler, marcher, manipuler), soit pour assurer l'activité propre de certains centres supérieurs (pensée, imagination, réflexion, rêve).

Les centres supérieurs des deux systèmes de la vie de relation et de la vie végétative sont logés dans le cerveau où ils échangent continuellement des informations : chacune de nos deux "vies" agit sur l'autre même si cette action demeure le plus souvent inconsciente.

RETOURNE A L'ECOUTE.

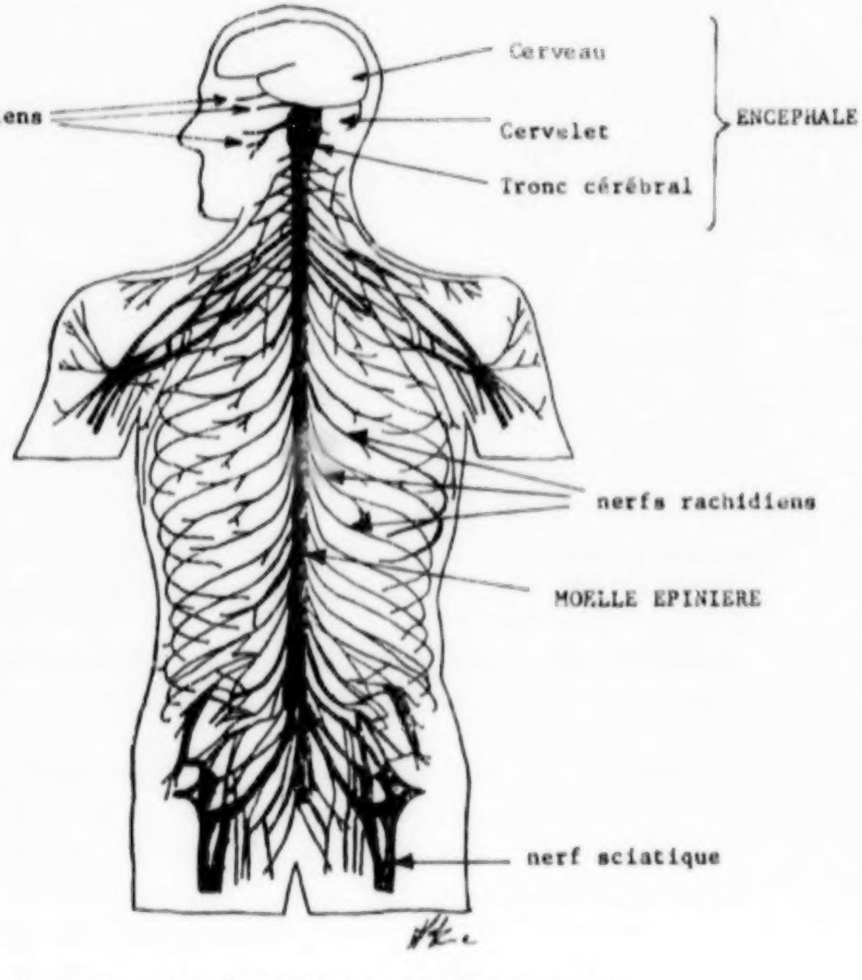


Figure 3 : Vue d'ensemble du système nerveux

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 2 : VUE D'ENSEMBLE DU SYSTEME NERVEUX DE L'HOMME

Au point de vue anatomique, on divise le système nerveux de cette façon :

LE SYSTEME NERVEUX CENTRAL (centres nerveux).

LE SYSTEME NERVEUX PERIPHERIQUE (voies sensitives et motrices).

A) Le système nerveux central comprend:

-l'ENCEPHALE logé dans la boîte crânienne et qui se divise en trois parties :

le CERVEAU

le CERVELET

le TRONC CEREBRAL

-la MOELLE EPINIERE qui se trouve dans le canal rachidien de la colonne vertébrale et qui est la continuation du tronc cérébral.

B) Le système nerveux périphérique est constitué par les NERFS qui relient la périphérie au système nerveux central.

La périphérie est constituée de RECEPTEURS (exemple: les organes des sens) et des EFFECTEURS (muscles et glandes).

Selon leur origine au niveau des centres nerveux, on divise les nerfs en deux catégories :

-les NERFS CRANIENS rattachés à l'encéphale (nerf optique, nerf facial, nerf vague, etc.)

-les NERFS RACHIDIENS rattachés à la moelle épinière.

RETOURNE A L'ECOUTE.

EXERCICE - SYNTHESE

Pour fonctionner, le système nerveux a besoin d'informations. Ces informations sont recueillies par des . . . . et acheminées vers les centres nerveux par des voies . . . . Après analyse de ces informations, les centres nerveux élaborent une réponse qui sera transmise à des . . . . par des voies . . . .

Pour que le récepteur transmette une information, on doit lui appliquer un . . . . qui est toujours extérieur au récepteur.

Au point de vue fonctionnel, le système nerveux se divise en deux : celui qui assure le bon fonctionnement des organes internes qui maintiennent l'individu en vie est le système de . . . . , et celui qui reçoit des stimulations de l'extérieur de façon à agir de multiples façons sur ce milieu extérieur est le système de . . . .

Les centres supérieurs de ces deux systèmes sont situés dans . . . . ; à ce niveau, il y a échange continuel d' . . . . permettant à l'organisme de fonctionner comme un tout de façon harmonieuse.

Anatomiquement, on divise le système nerveux en . . . . et . . . .

La périphérie est constituée des organes qui reçoivent des stimuli, ce sont les . . . . et des organes qui agissent soit par une contraction, soit par une sécrétion, ce sont les . . . .

Les nerfs . . . . sont rattachés à l'encéphale.

Les nerfs . . . . sont rattachés à la moelle épinière.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 3 : MORPHOLOGIE EXTERNE DE L'ENCEPHALE

Encéphale de mouton

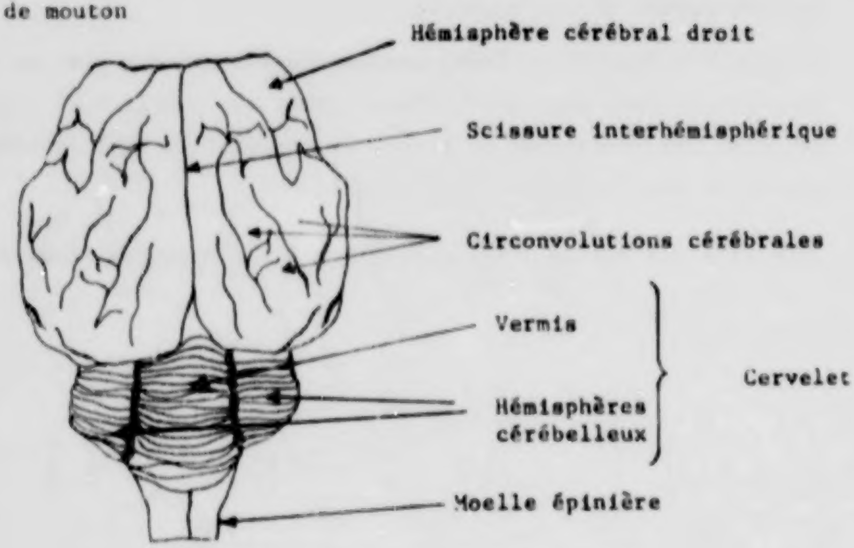


Figure 4 : Vue dorsale de l'encéphale de mouton

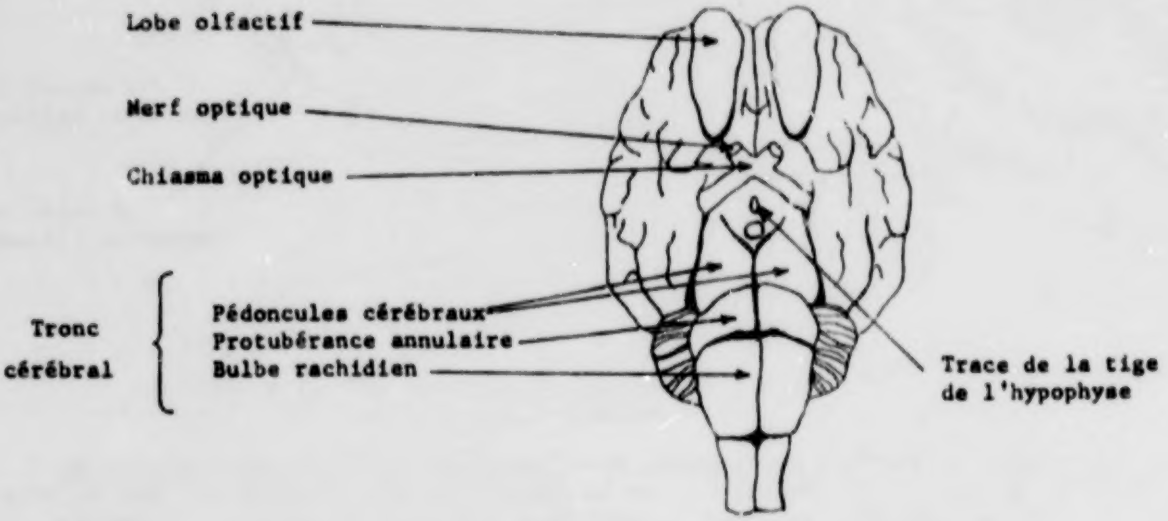


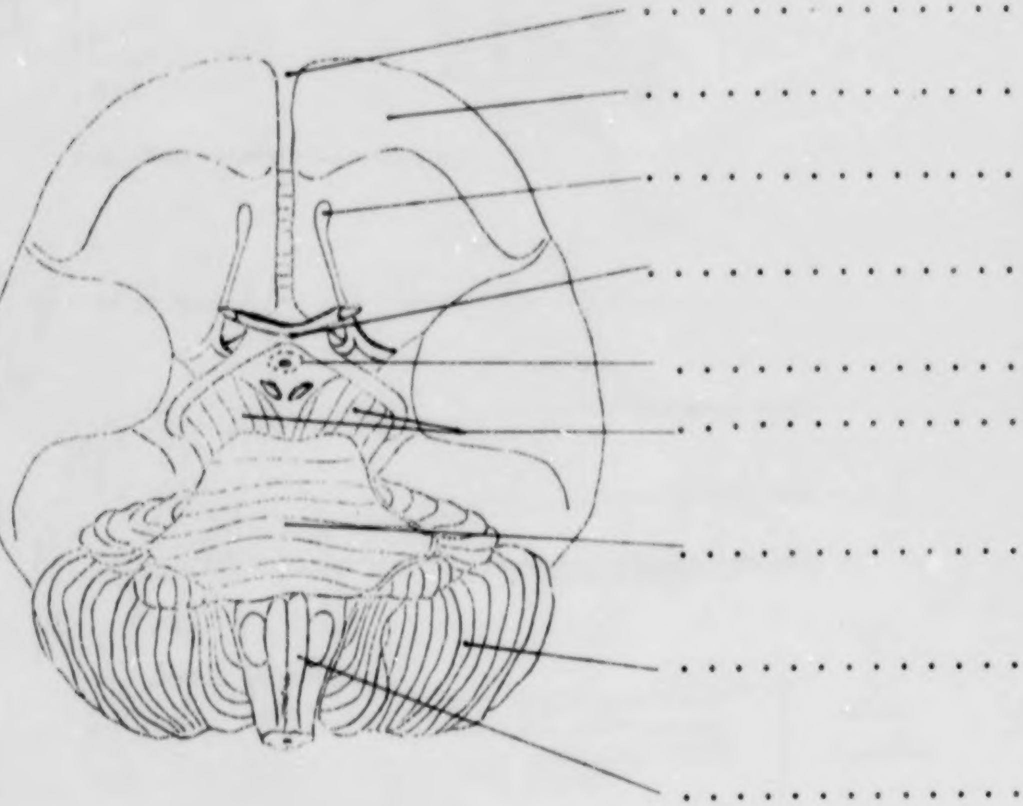
Figure 5 : Vue ventrale de l'encéphale de mouton

Encéphale humain en vue ventrale

Les deux figures 6 et 7 sont des représentations schématiques de l'encéphale humain en vue ventrale.

La figure 6 llustre de façon simplifiée les grandes parties qui peuvent être distinguées dans l'encéphale, alors que la figure 7 s'attache à reproduire les dimensions relatives de ces parties et à représenter les paires de nerfs crâniens et leur origine.

Identifie sur ces deux figures toutes les structures indiquées:



(tiré de Bourret, Paul, Louis, René, Anatomie du système nerveux central, © 1971 p. 17. Reproduit avec la permission de la Société des gens de Lettres de France, pour Expansion Scientifique Française.)

Figure 6 : Représentation schématique des parties de l'encéphale humain en vue ventrale.

Identifie les structures indiquées :

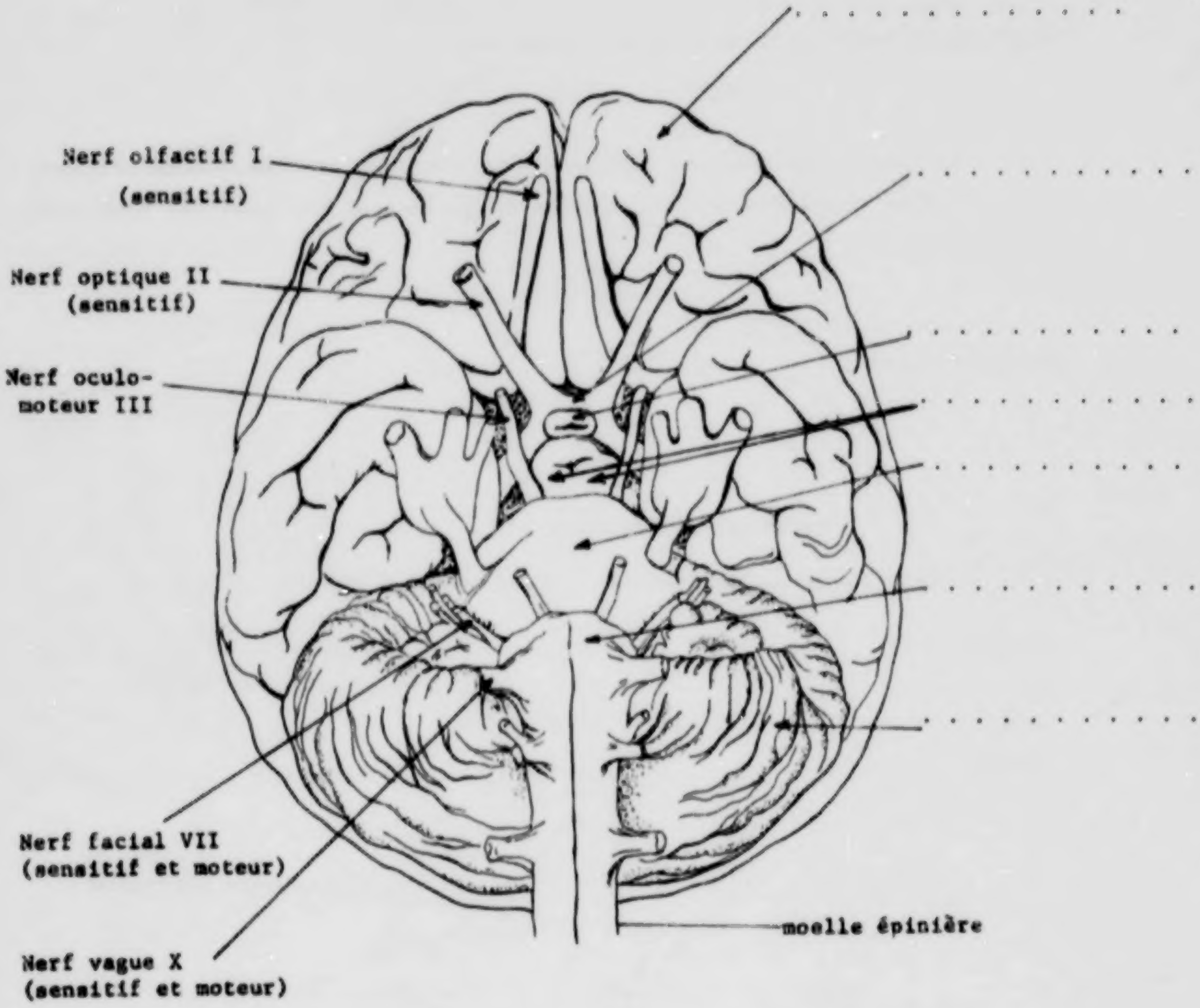


Figure 7 : Vue ventrale de l'encéphale humain; quelques nerfs crâniens

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 4 : LES GRANDES PARTIES DE L'ENCEPHALE ET LEUR ROLE.

Les trois grandes parties de l'encéphale sont :

. . . . et . . . .

Ces trois grandes parties qui assument des fonctions très générales contiennent certains regroupements cellulaires auxquels sont dévolues des fonctions plus précises.

Fonctions générales

Tronc cérébral : . . . .

. . . .

. . . .

Formation réticulaire : . . . .

. . . .

Cervelet : . . . .

. . . .

Cerveau : . . . .

. . . .

. . . .

Cortex cérébral : . . . .

. . . .

Noyaux gris centraux : . . . .

. . . .

. . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 5 : MORPHOLOGIE INTERNE DE L'ENCEPHALE

Les ventricules de l'encéphale

Identifie chaque ventricule sur le schéma

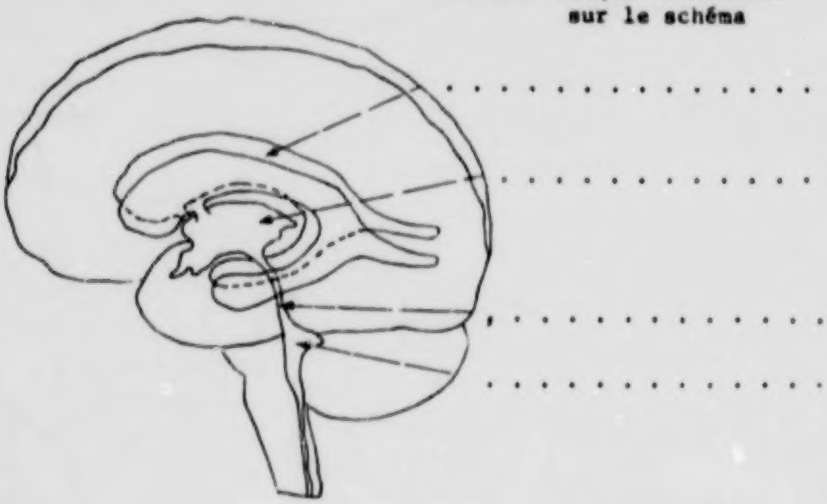


Figure 8 : Les ventricules dans l'encéphale humain

RETOURNE A L'ECOUTE.

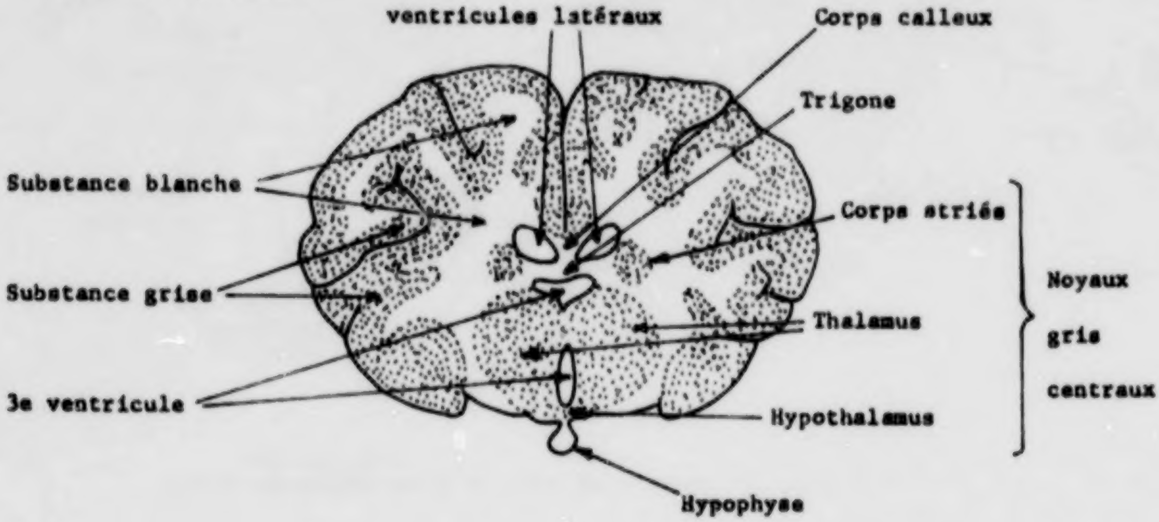


Figure 9 : Coupe transversale de l'encéphale de mouton.

RETOURNE A L'ECOUTE.

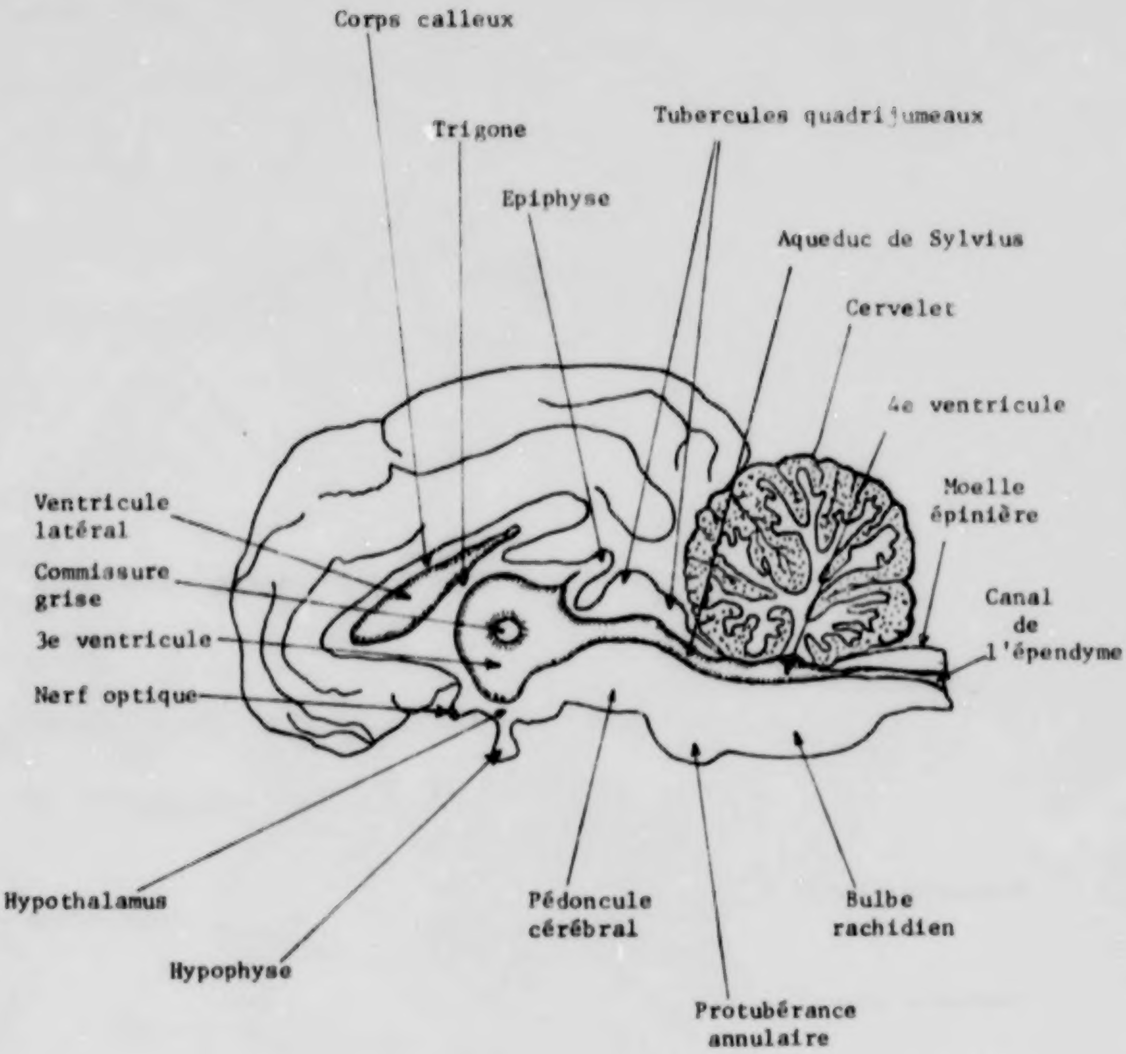


Figure 10: Coupe sagittale de l'encéphale de mouton

RETOURNE A L'ECOUTE

Identifie les structures indiquées.

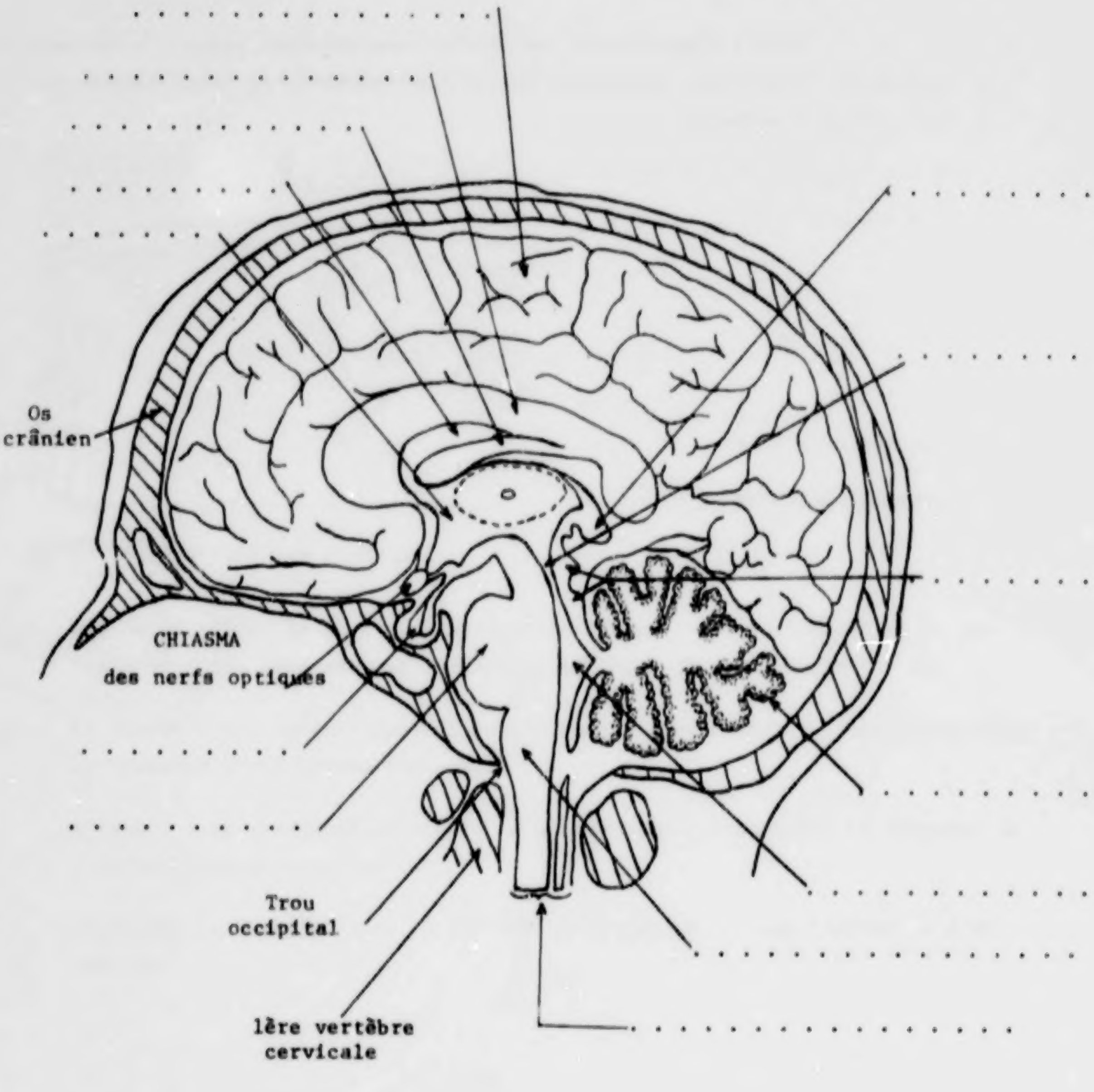


Figure 11: Coupe sagittale de l'encéphale humain

RETOURNE A L'ECOUTE.

<u>Comparaison entre l'encéphale humain et l'encéphale de mouton.</u>

Décris sommairement les différences existant entre l'encéphale humain et l'encéphale de mouton (dimensions relatives et localisation des structures, courbures).

. . . .

. . . .

. . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

Partie 2

ETAPE 6 : LES MENINGES ET LE LIQUIDE CEPHALO-RACHIDIEN

Les méninges

Identifie les différentes couches des méninges.

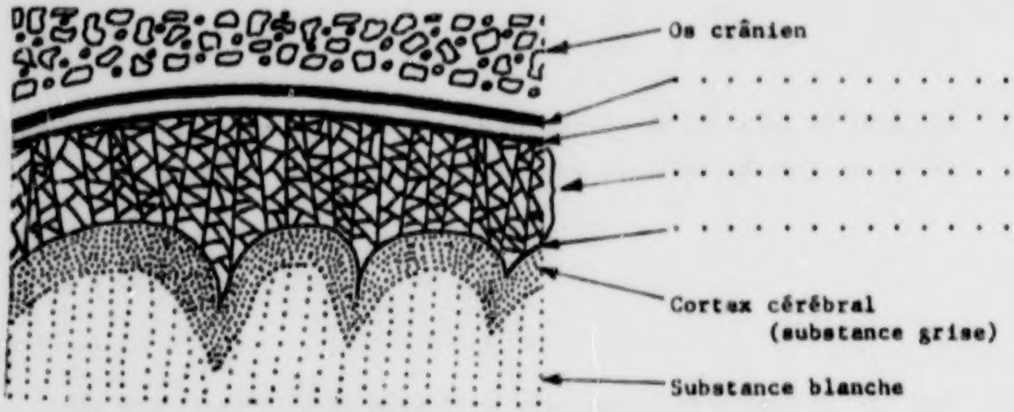


Figure 12 : Les méninges

Les os du crâne, la couche spongieuse de l'espace sous-arachnoïdien et les trois méninges assurent une protection efficace de l'encéphale.

La pie-mère est la fine membrane qui recouvre directement la surface nerveuse en épousant les moindres contours.

L'espace sous-arachnoïdien sépare la pie-mère de l'arachnoïde et contient du liquide céphalo-rachidien.

Au-dessus de l'arachnoïde, la dure-mère tapisse la surface interne de l'os crânien.

RETOURNE A L'ECOUTE.

Le liquide céphalo-rachidien.

1) Localise le liquide céphalo-rachidien dans les centres nerveux.

. . . .

. . . .

. . . .

2) A l'aide de la photo 4, décris le trajet du liquide céphalo-rachidien de son origine à partir du sang jusqu'à son retour à celui-ci.

. . . .

. . . .

. . . .

3) Quel est le double rôle que joue le liquide céphalo-rachidien pour les centres nerveux ?

. . . .

. . . .

. . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

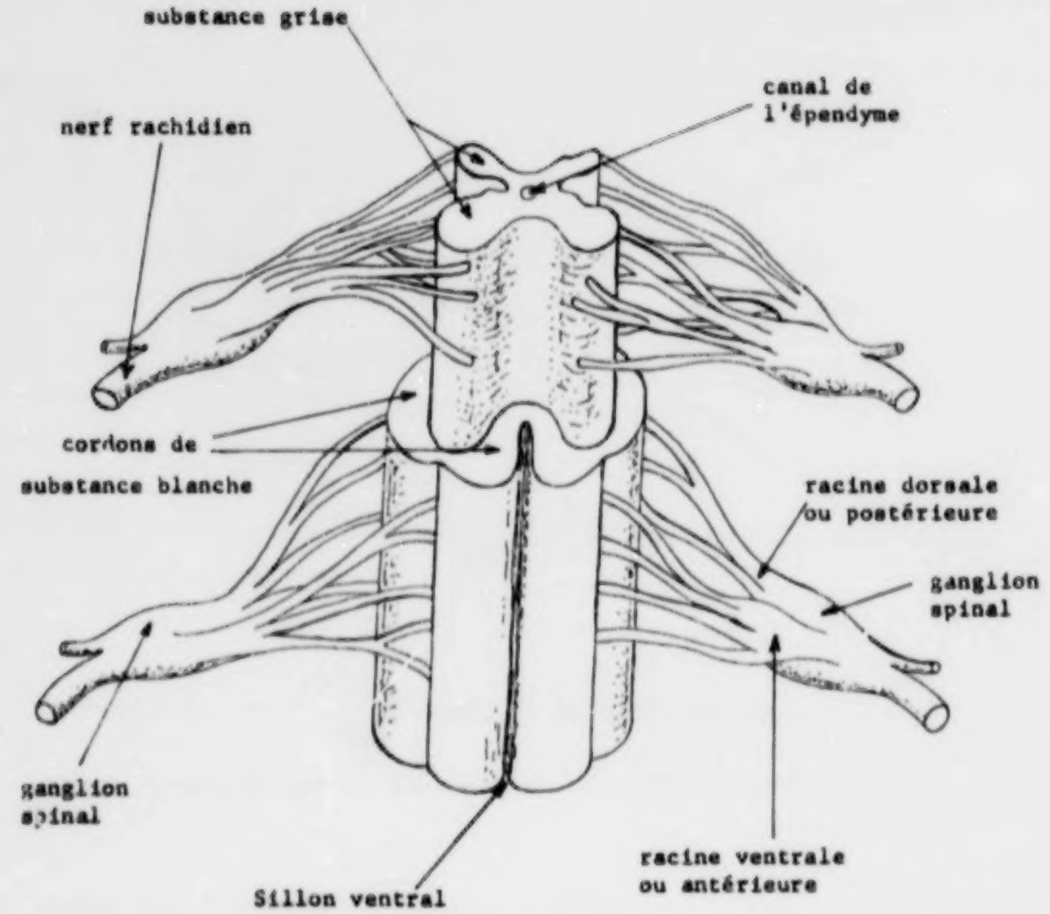


Figure 13 : Segment de la moelle épinière

ETAPE 7 : MORPHOLOGIE DE LA MOELLE EPINIERE

Coupe transversale schématique de la moelle épinière

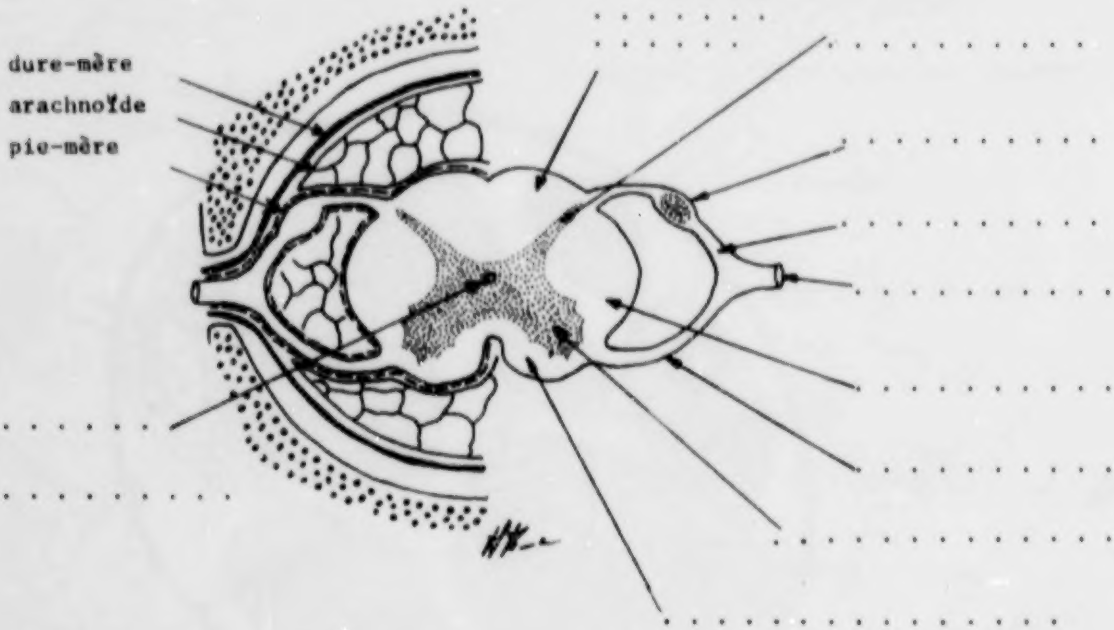


Figure 14 : Coupe transversale de la moelle épinière

1- Quelle forme présente la substance grise de la moelle épinière ?

. . . .

2- Quels différences morphologiques te permettent de distinguer entre les cornes antérieures et postérieures de la substance grise ?

. . . .

. . . .

3- Quel nom porte le canal central de la moelle épinière et que contient-il ?

. . . .

. . . .

RETOURNE A L'ECOUTE

ETAPE 8 : ETUDE DU NERF

Complète la légende de la figure 15 à l'aide de la photo de la page 8 du Cahier de Documents.

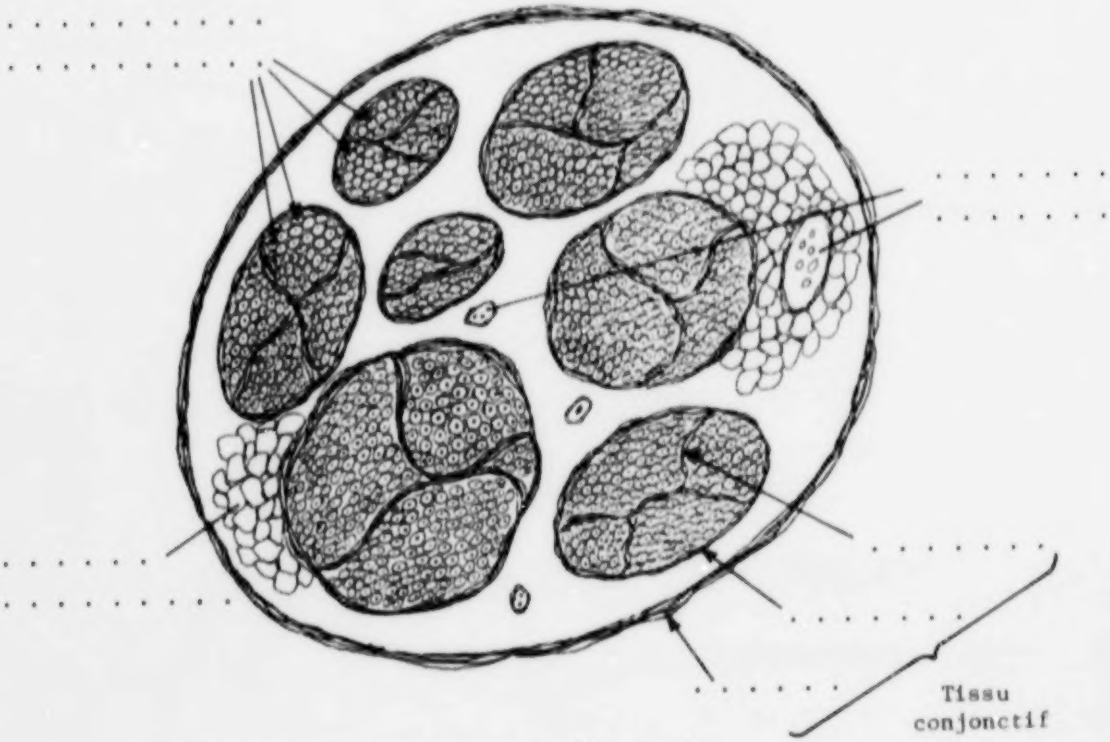


Figure 15: Coupe transversale d'un nerf

Dans un nerf, comme le montre le schéma, les fibres nerveuses sont groupées en un certain nombre de faisceaux cylindriques dont le diamètre est variable. Chacun des faisceaux est limité par une gaine de tissu conjonctif, la périnèvre. A l'intérieur du faisceau lui-même, le tissu conjonctif envoie des lamelles incomplètes, l'endonèvre, qui subdivisent le faisceau. Les différents faisceaux dont l'ensemble forme le nerf sont réunis entre eux par du tissu conjonctif, l'épinèvre, qui forme l'enveloppe externe du nerf.

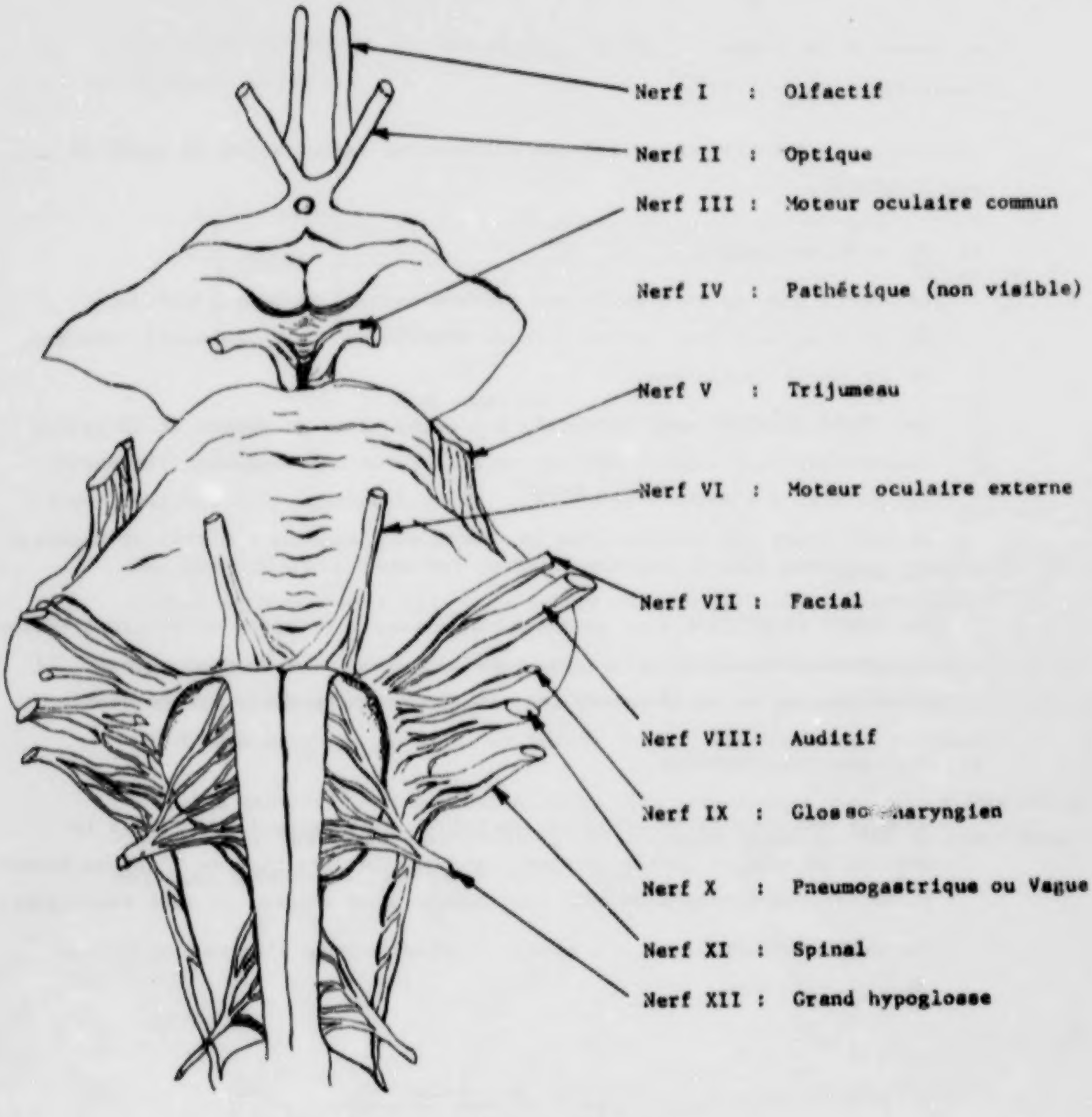


Figure 16 : Les nerfs crâniens

Classification des nerfs.

Les nerfs peuvent être classifiés de différentes façons selon le point de vue considéré.

A) Division anatomique.

Les nerfs sont le lien entre les centres nerveux et la périphérie. Selon la portion des centres nerveux considérée, on a les nerfs crâniens et les nerfs rachidiens.

-Les NERFS CRANIENS sont rattachés à l'encéphale. Au nombre de 12 paires (numérotées de I à XII), ils ont un calibre et une longueur très variable de l'un à l'autre (figure 16); le nerf optique (II) est très court, le nerf vague (X) descend dans le thorax et l'abdomen innerver de nombreux viscères.

-les NERFS RACHIDIENS sont rattachés à la moelle épinière et quittent celle-çi par des ouvertures entre les vertèbres, les trous de conjugaison. Il y a 31 paires de nerfs rachidiens qui innervent le tronc et les membres.

B) Division fonctionnelle.

Un nerf est composé de centaines de fibres dans lesquelles circule le message nerveux, l'influx nerveux; suivant la direction de l'influx transporté par les fibres d'un nerf par rapport à un centre, on peut distinguer:

-les NERFS MOTEURS : sur ces nerfs, l'influx voyage d'un centre nerveux vers un effecteur.

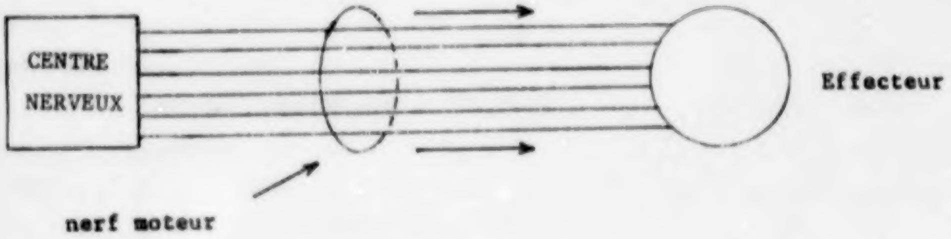


Figure 17-A

-les NERFS SENSITIFS: sur ces nerfs, l'influx voyage d'un récepteur vers un centre nerveux.

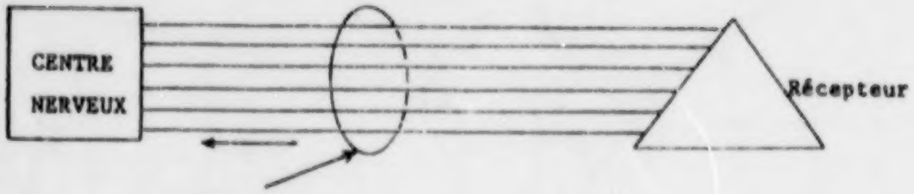


Figure 17-B

-les NERFS MIXTES: Dans ces nerfs, certaines fibres nerveuses conduisent des influx nerveux centripètes et d'autres fibres des influx centrifuges.

Par exemple, le nerf vague, nerf crânien X, contient des fibres sensitives où l'influx provient de viscères comme le coeur et les poumons et contient aussi des fibres motrices où l'influx moteur voyage vers ces mêmes viscères.

Tous les nerfs rachidiens sont mixtes; ils contiennent des fibres sensitives transportant les sensations provenant d'un membre comme le bras et des fibres motrices assurant la motricité de ce membre.

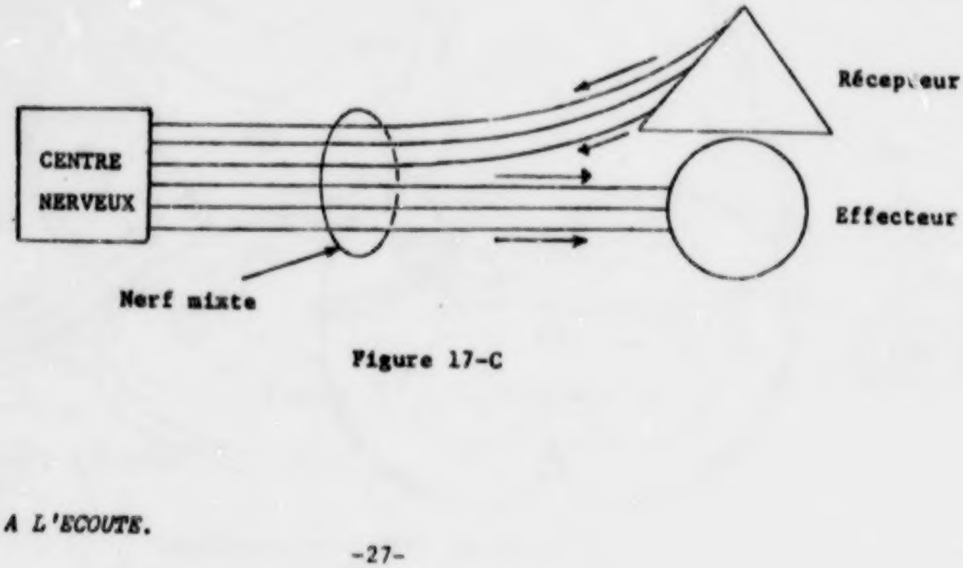


Figure 17-C

RETOURNE A L'ECOUTE.

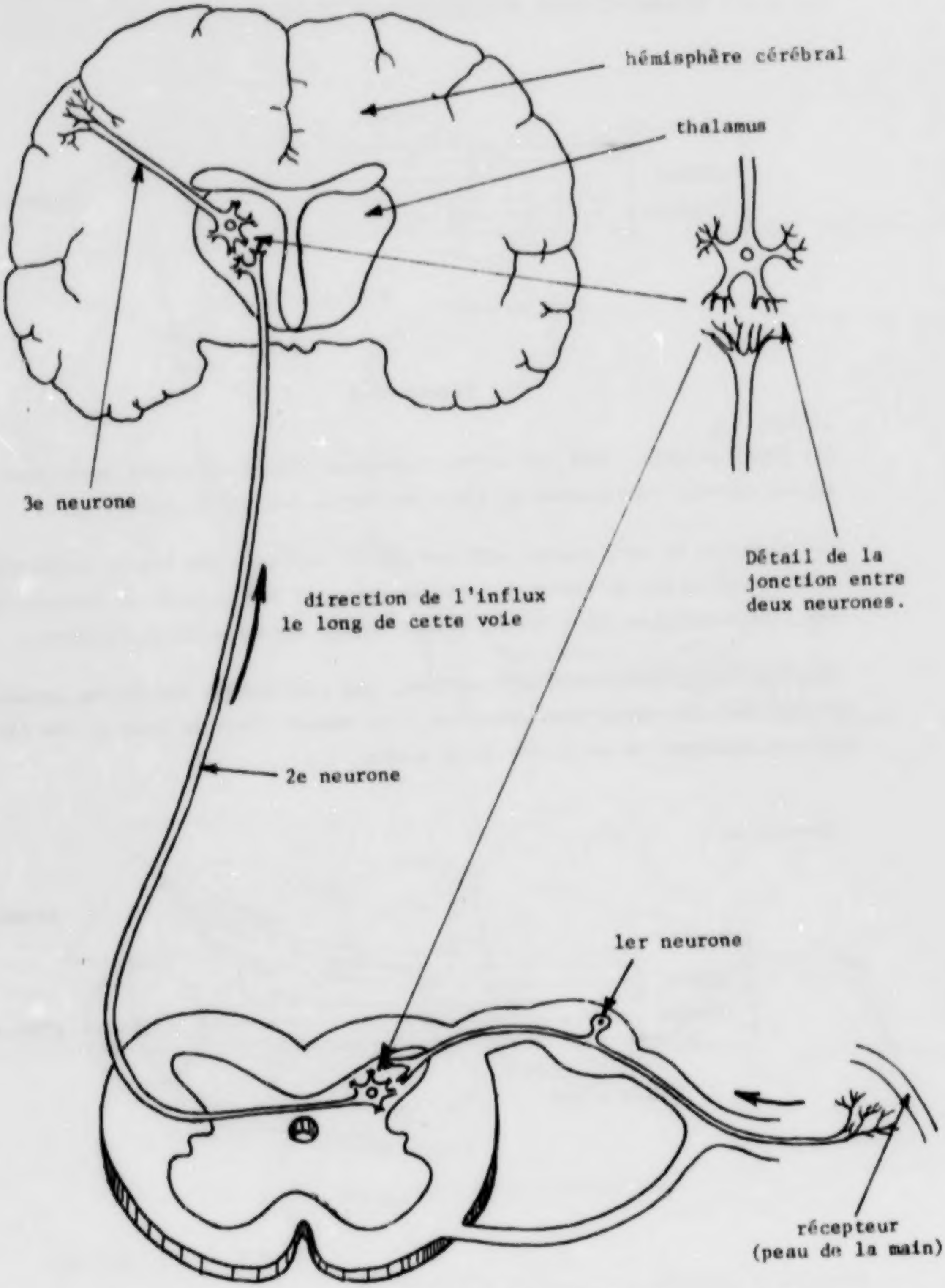


Figure 18 : La voie sensitive

ETAPE 9 : CELLULE NERVEUSE ET ARCHITECTURE DU SYSTEME NERVEUX

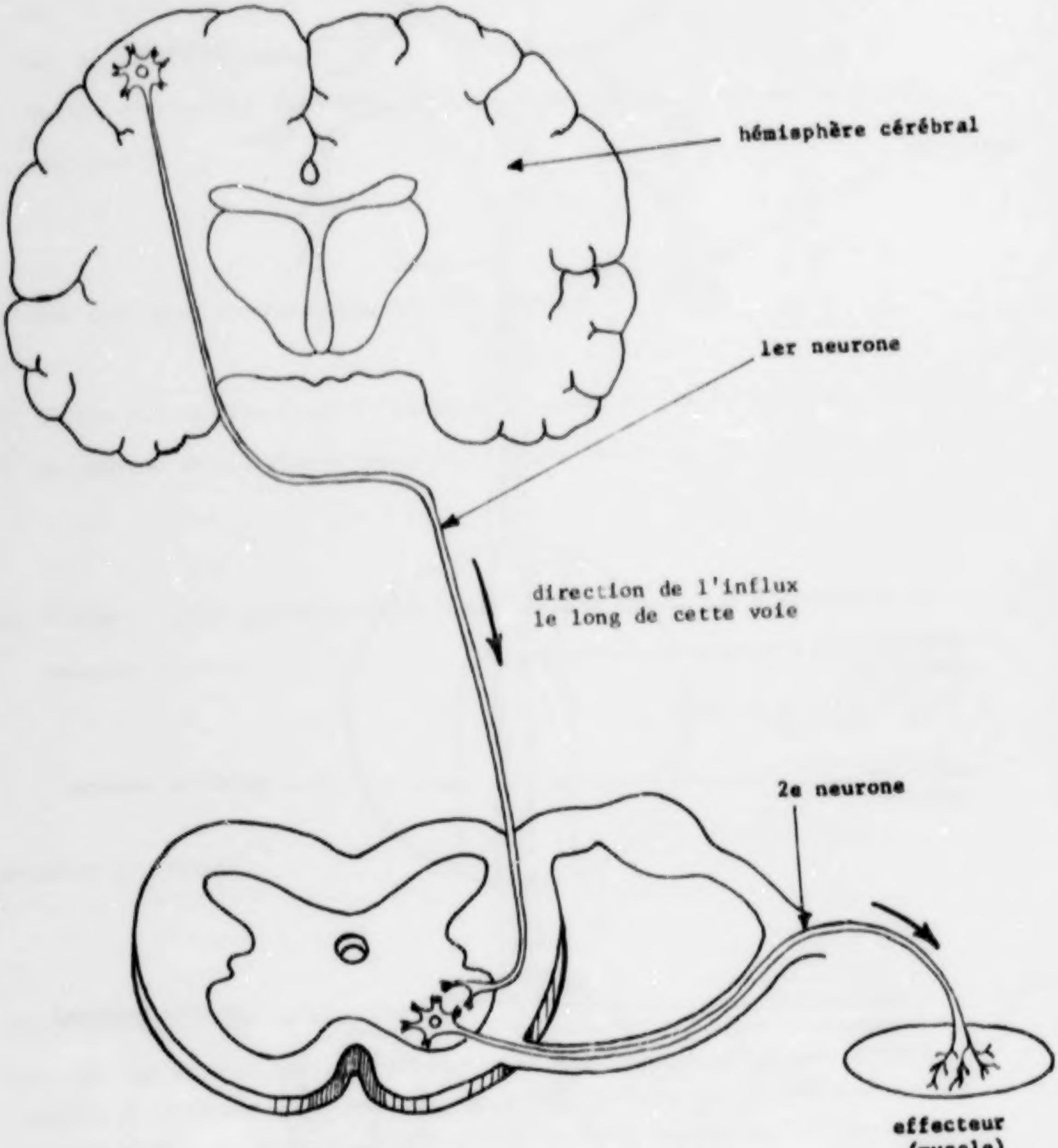


Figure 19 : La voie motrice

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 10 : LA STRUCTURE DU NEURONE

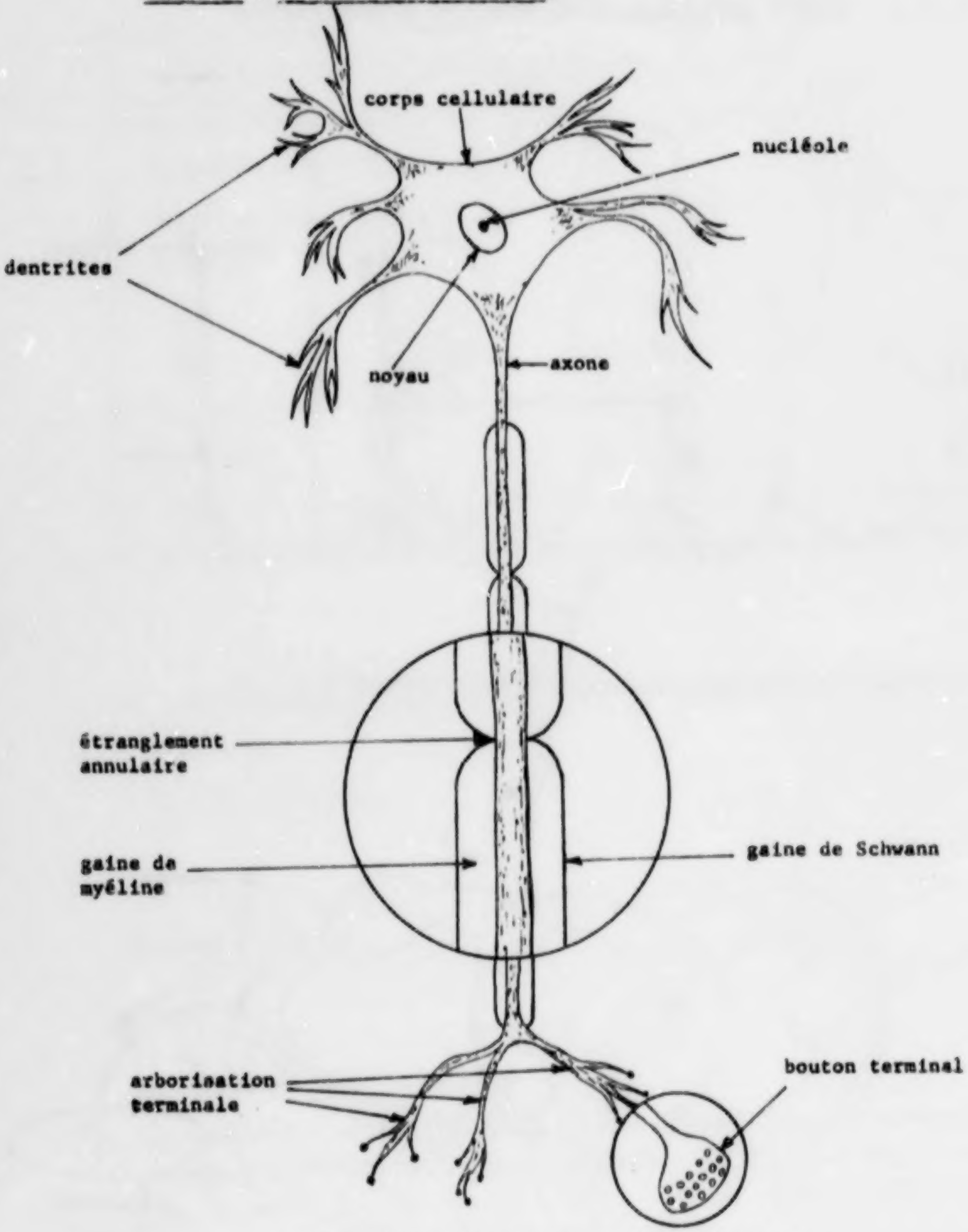


Figure 20 : La structure d'un neurone

Réponds aux questions suivantes:

1) De quelle portion des neurones est surtout constituée

a) la substance grise : . . . .

b) la substance blanche : . . . .

2) Quelle distinction doit-on faire entre arborisation terminale et bouton terminal ? . . . .

. . . .

. . . .

3) Par quoi sont protégées les fibres nerveuses ?

. . . . et . . . .

4) Quelle est la principale différence, au point de vue de la forme, entre le neurone et les autres types de cellules que tu as déjà observés ?

. . . .

. . . .

5) Comment cette caractéristique "aide"-t-elle la cellule à accomplir sa fonction ? . . . .

. . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

LES DIFFERENTS TYPES DE NEURONES

Bien que les caractéristiques structurales fondamentales déjà vues soient communes à la plupart des neurones, il existe différentes formes de neurones. C'est le nombre de prolongements à partir du corps cellulaire qui constitue le facteur de classification : tous les neurones ont un seul axone, mais peuvent avoir un nombre variable de dendrites.

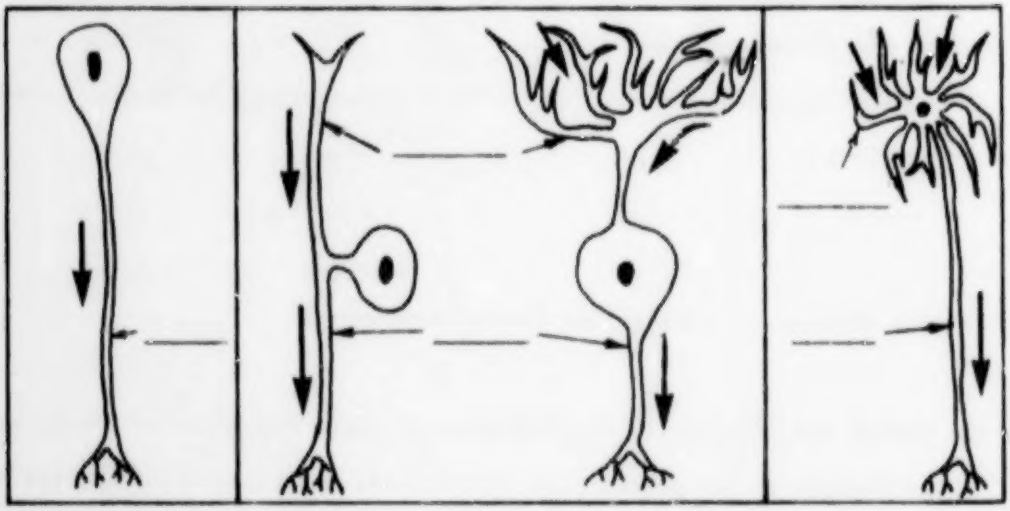


Figure 21 : Classification des cellules nerveuses selon la forme générale de l'ensemble du neurone

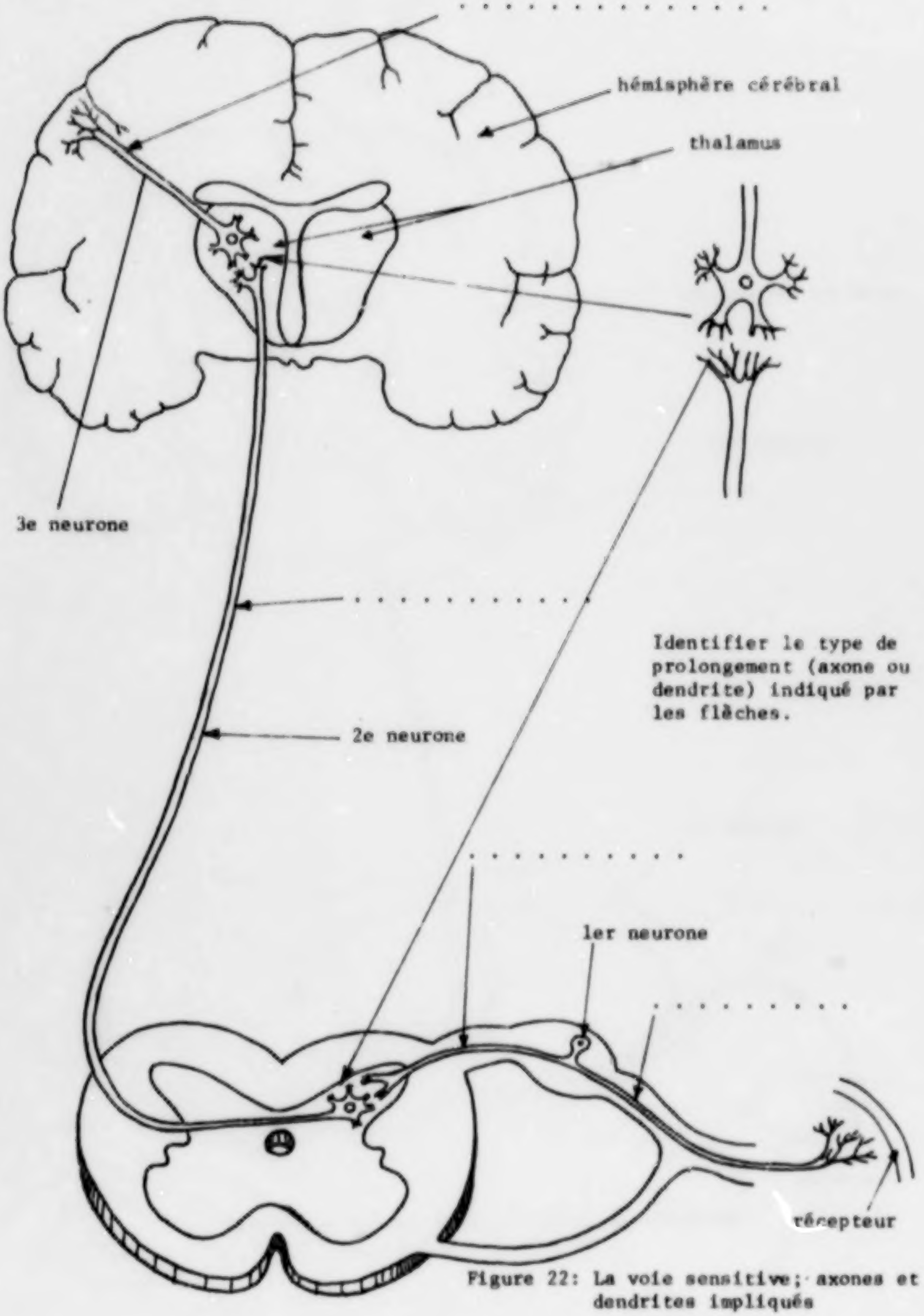
RETOURNE A L'ECOUTE.

DISTINCTION FONCTIONNELLE ENTRE AXONE ET DENDRITES :

L'axone et les dendrites sont les prolongements neuroniques le long desquels se propage l'influx nerveux.

L'influx parvient toujours au corps cellulaire du neurone par une dentrite et il le quitte toujours par l'axone.

Identifie sur les figures 21 (ci-haut), 22 et 23 le type de prolongement (axone ou dendrite) indiqué par les flèches.



Identifier le type de prolongement (axone ou dendrite) indiqué par les flèches.

Figure 22: La voie sensitive; axones et dendrites impliqués

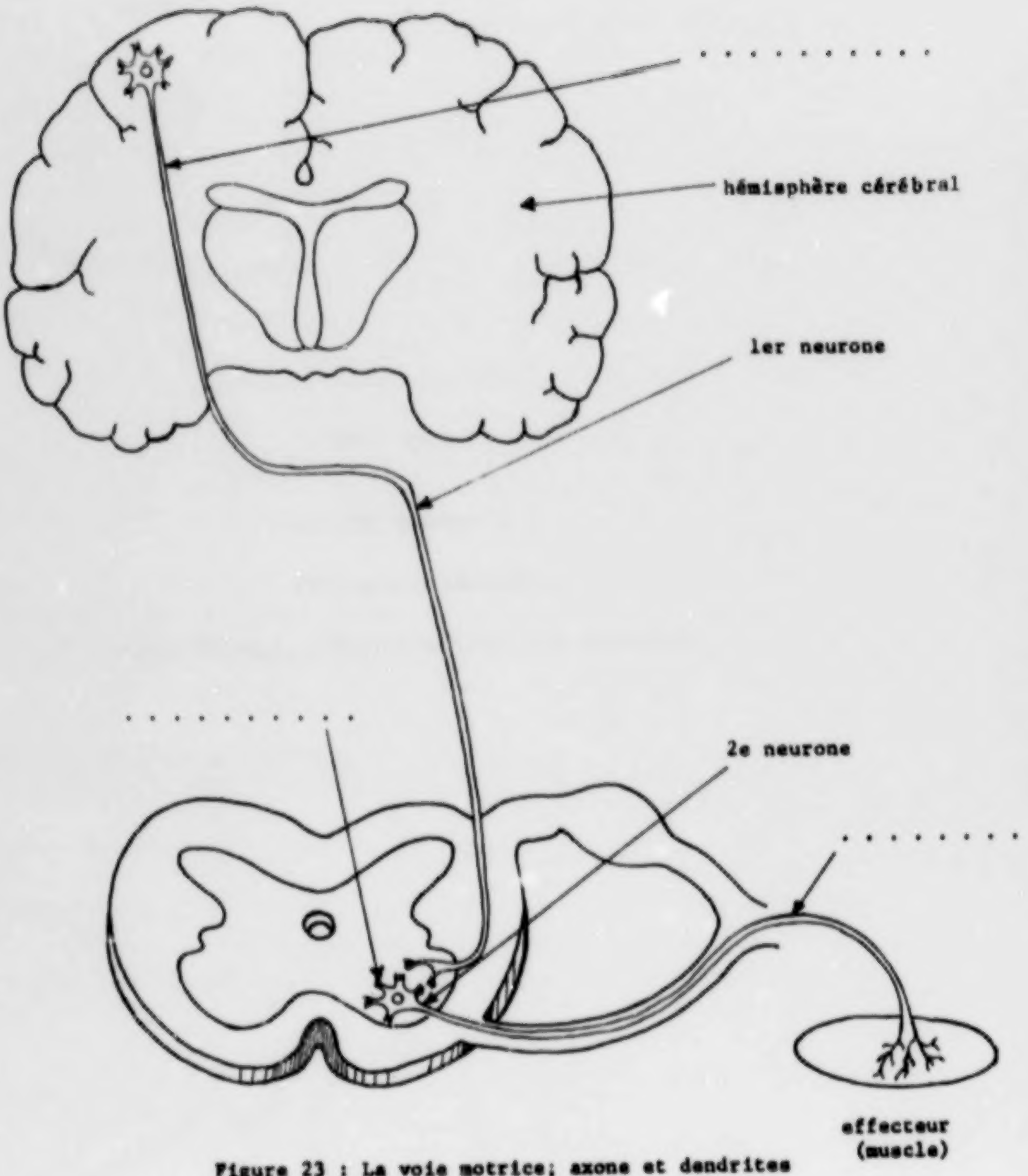


Figure 23 : La voie motrice; axone et dendrites des neurones impliqués.

Mini-cours 9

SYSTEME NERVEUX II

PHYSIOLOGIE NERVEUSE

INFLUX NERVEUX, ACTIVITE REFLEXE, LES RECEPTEURS.

Mini-cours 9

SYSTEME NERVEUX II : PHYSIOLOGIE NERVEUSE
INFLUX NERVEUX, ACTIVITE REFLEXE, LES RECEPTEURS

Objectifs de comportement

A la fin de ce mini-cours tu dois être capable de :

1) Décrire l'état de la fibre nerveuse au repos en ce qui concerne la polarité et dire pourquoi elle est ainsi polarisée

2) Décrire les modifications qui apparaissent au niveau de la membrane de la fibre nerveuse lorsqu'on la stimule

3) Définir la nature de l'influx nerveux

4) Détailler les mécanismes de la transmission synaptique

5) Expliquer pourquoi l'influx nerveux ne voyage que dans un seul sens dans une chaîne de neurones

6) Décrire le trajet parcouru par l'influx nerveux dans le cas du réflexe rotulien

7) Définir ce qu'est une grenouille spinale

8) Prouver, à l'aide des expérimentations effectuées, que chez la grenouille, la moelle épinière contient des connexions qui permettent le passage ou non de l'influx nerveux d'un côté à l'autre du corps, selon l'intensité du stimulus

9) Définir ce qu'est l'activité réflexe

10) Décrire les divers trajets parcourus par l'influx nerveux, dans le cas de l'activité réflexe, et ceci pour des stimuli d'intensités différentes

11) Distinguer entre neurone sensitif, neurone d'association et neurone moteur

12) Citer quelques réflexes médullaires et quelques réflexes encéphaliques

13) Comparer réflexes innés et réflexes acquis

14) Comparer le fonctionnement du système nerveux à celui d'un ordinateur en détaillant les trois étapes du fonctionnement de ces 2 systèmes

15) Définir la fonction des récepteurs nerveux

16) Caractériser les divers types de récepteurs

17) Détailler la structure de l'oeil et son fonctionnement en tant que récepteur

18) Identifier sur différents modèles les diverses structures de l'oeil

19) Décrire le trajet emprunté par l'influx le long de la voie optique

20) Expliquer la formation des images dans le centre visuel cérébral, à partir de la position des objets dans le champ visuel

21) Expliquer la perception de la troisième dimension d'un objet

22) Décrire la répartition des cônes et des bâtonnets dans la rétine

23) Formuler la théorie trichromatique de la vision des couleurs

24) Expliquer, en fonction de la structure de la rétine, les différences d'acuité visuelle dans le champ visuel

25) Définir la somesthésie et énumérer ses divers récepteurs

26) Localiser, sur un schéma d'une coupe de la moelle épinière, les différents faisceaux de la substance blanche et les zones de la substance grise

Mini-cours 9

INTRODUCTION

Le milieu "agresse" constamment le vivant qui doit rectifier son activité de façon à non seulement "survivre" mais progresser, évoluer. Chaque organisme vit parce qu'il est capable de rectifier un déséquilibre provoqué par son milieu intérieur aussi bien qu'extérieur.

Le système nerveux est averti des modifications du milieu au niveau des récepteurs. A partir de ce point, le mode de transmission doit être rapide : c'est l'influx nerveux qui voyage jusqu'aux centres, y parcourt des circuits divers pour revenir aux effecteurs. A leur tour, les effecteurs se chargent d'exécuter les ordres par lesquels les centres agissent sur le milieu.

Ce mini-cours définit l'influx, son mode de propagation; il explique l'activité réflexe, activité de base du système nerveux; il inventorie les divers récepteurs, ces portes d'entrées du système nerveux, et s'attarde sur le sens de la vue.

Partie 1

<u>ETAPE 1</u> : <u>NATURE ET CONDUCTION DE L'INFLUX NERVEUX</u>

Les fibres nerveuses véhiculent des messages. Ces messages sont des INFLUX NERVEUX.

On est souvent porté à croire que l'influx nerveux est un courant électrique mais il n'en est rien; il suffit de comparer les vitesses respectives de ces deux phénomènes pour s'en assurer. En effet, le courant électrique voyage à une vitesse d'environ 2,900,000 km à la seconde alors que la vitesse de propagation de l'influx nerveux varie entre 1 et 120 mètres à la seconde. En fait, le courant électrique est considéré comme étant une circulation d'électrons à l'intérieur d'un conducteur alors que l'influx nerveux est causé par un courant d'ions (surtout NA^+) de part et d'autre de la membrane cellulaire de la fibre nerveuse. Expliquons-nous ...

Fibre nerveuse au repos.

A l'état de repos c'est-à-dire lorsqu'aucun influx nerveux ne la parcourt, la fibre nerveuse est chargée positivement à l'extérieur et négativement à l'intérieur.

Figure 1 : La fibre nerveuse au repos

Ce qui cause cette polarité, c'est le fait que le milieu liquide qui entoure la fibre possède une grande concentration d'ions sodium (NA^+) alors que l'intérieur de la fibre est pauvre en NA^+. Si tu te rappelles les lois de la diffusion, les ions NA^+ devraient être répartis uniformément de chaque côté de la membrane. Pourquoi ne le sont-ils pas ? Parce que des mécanismes de transport actif repoussent continuellement les ions sodium à l'extérieur.

Fibre nerveuse stimulée.

Si on stimule un point de cette fibre en lui appliquant un faible courant électrique à l'aide d'une électrode, les mécanismes de transport actif cessent et les ions sodium pénètrent massivement à l'intérieur causant ainsi, localement, une dépolarisation de la fibre nerveuse.

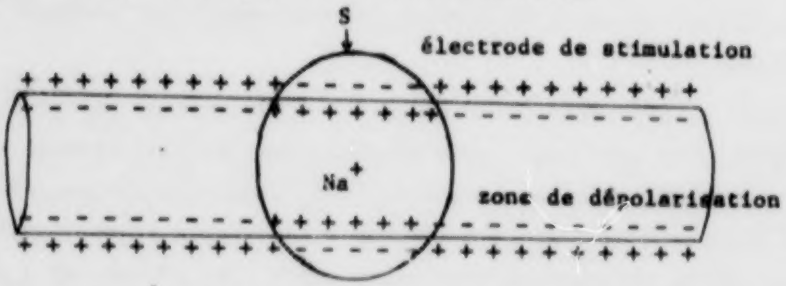


Figure 2 : Dépolarisation de la fibre nerveuse

Cette dépolarisation veut donc dire que l'intérieur de la fibre est maintenant positif alors que l'extérieur est négatif. Cette dépolarisation localisée va causer à son tour la dépolarisation des régions avoisinantes et ainsi de suite. Cette propagation de la dépolarisation le long de la fibre constitue l'influx nerveux.

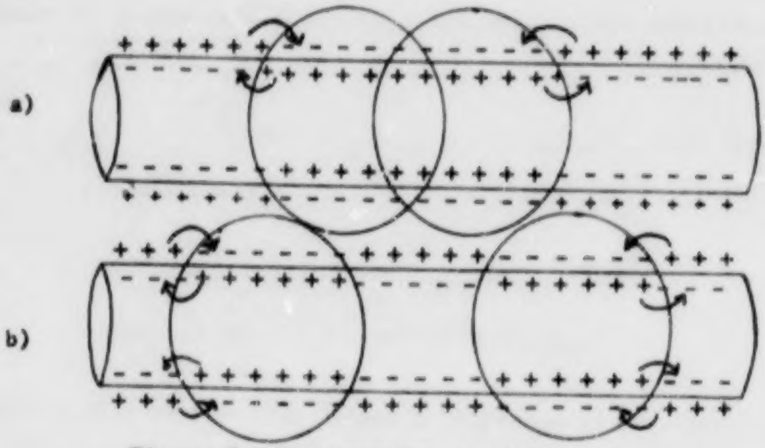


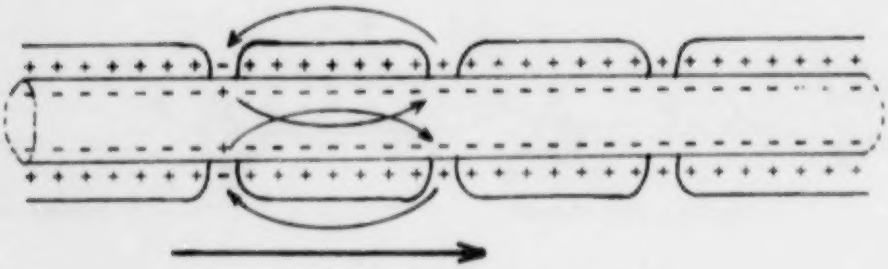
Figure 3 : Propagation de l'influx nerveux

Il est possible d'enregistrer facilement ce passage de l'influx nerveux au moyen de petites électrodes placées sur la fibre nerveuse et branchées sur un galvanomètre.

Conduction saltatoire

La fibre nerveuse illustrée à la figure précédente est nue, c'est-à-dire non-myélinisée. Ce type de fibre conduit des influx qui contrôlent la majeure partie des fonctions végétatives, comme la contraction des artérioles, les mouvements de l'intestin. L'influx voyage de façon relativement lente dans ces fibres amyélinisées (0.5 m par seconde). Pour contrôler la contraction des muscles squelettiques, l'influx doit voyager beaucoup plus vite (100 m par seconde) pour que les mouvements soient efficaces. Aussi, les fibres nerveuses du système de la vie de relation sont-elles myélinisées et l'influx nerveux s'y déplace par conduction saltatoire.

Chaque manchon de myéline constitue un isolant qui empêche la dépolarisation de se propager de proche en proche sur la membrane de la fibre. Aussi la dépolarisation doit-elle "sauter" d'un étranglement annulaire au suivant, ce qui explique que l'influx voyage plus vite et ce qui économise l'énergie nécessaire pour faire les échanges d'ions à travers la membrane.



direction de l'influx déterminée par le sens du déplacement de la dépolarisation

RETOURNE A L'ECOUTE

ETAPE 2 : LA TRANSMISSION SYNAPTIQUE

Lorsqu'une cellule nerveuse ou une fibre est stimulée, l'influx nerveux engendré voyage dans les 2 sens: en effet, la structure de la membrane permet à la dépolarisation de se propager dans toutes les directions.

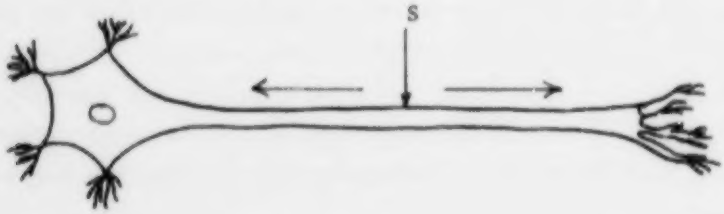


Figure 5 : Déplacement de l'influx sur une fibre.

Mais, normalement, un neurone est stimulé à l'extrémité de ses dendrites ou à la surface de son corps cellulaire, faisant passer l'influx de ses dendrites à son corps cellulaire, puis à son axone; dans une chaîne de neurones, l'influx voyage donc dans un seul sens, soit de l'axone d'un neurone aux dendrites du neurone suivant:

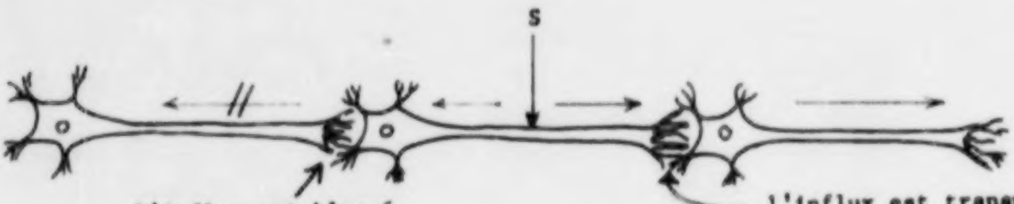


Figure 6 : Sens de déplacement de l'influx dans une chaîne de neurones

Si, à la jonction axone-dendrite, l'influx ne passe que dans une direction, cela tient à l'ultrastructure des neurones à ce niveau.

La zone de contact entre axone et dendrite se nomme SYNAPSE et la transmission de l'influx d'un neurone à un autre se nomme transmission synaptique. Cette transmission s'effectue au moyen d'un produit chimique qui quitte le bout de l'axone pour aller stimuler les dendrites d'un autre neurone.

RETOURNE A L'ECOUTE.

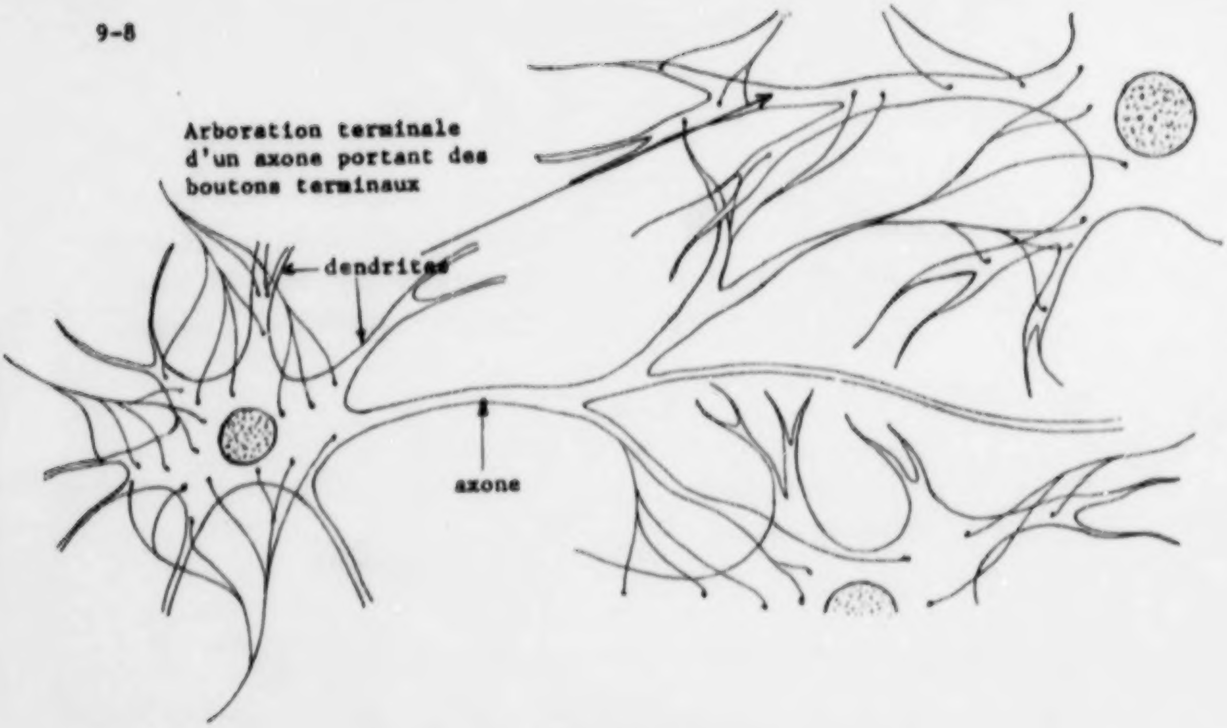


Figure 7 : Communication entre neurones

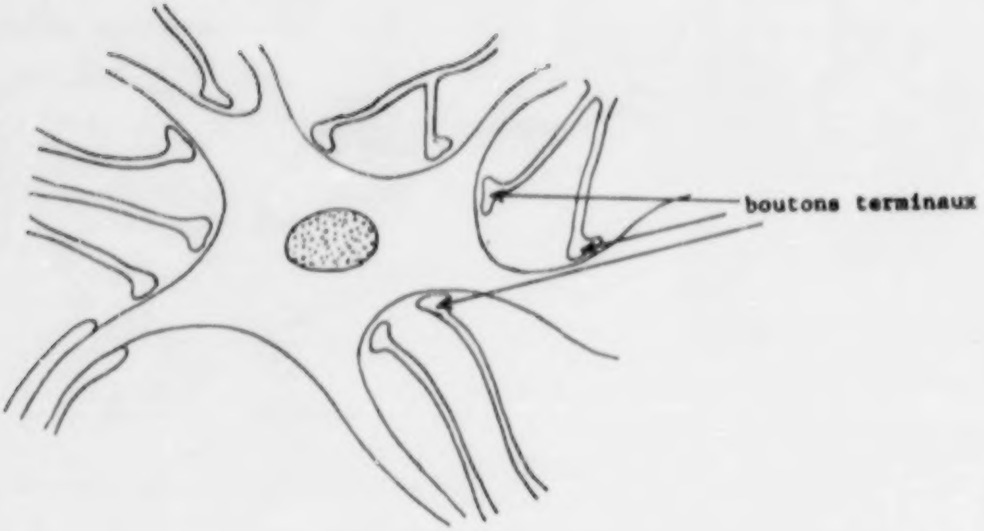


Figure 8 : Relation synaptique entre boutons terminaux et corps cellulaire

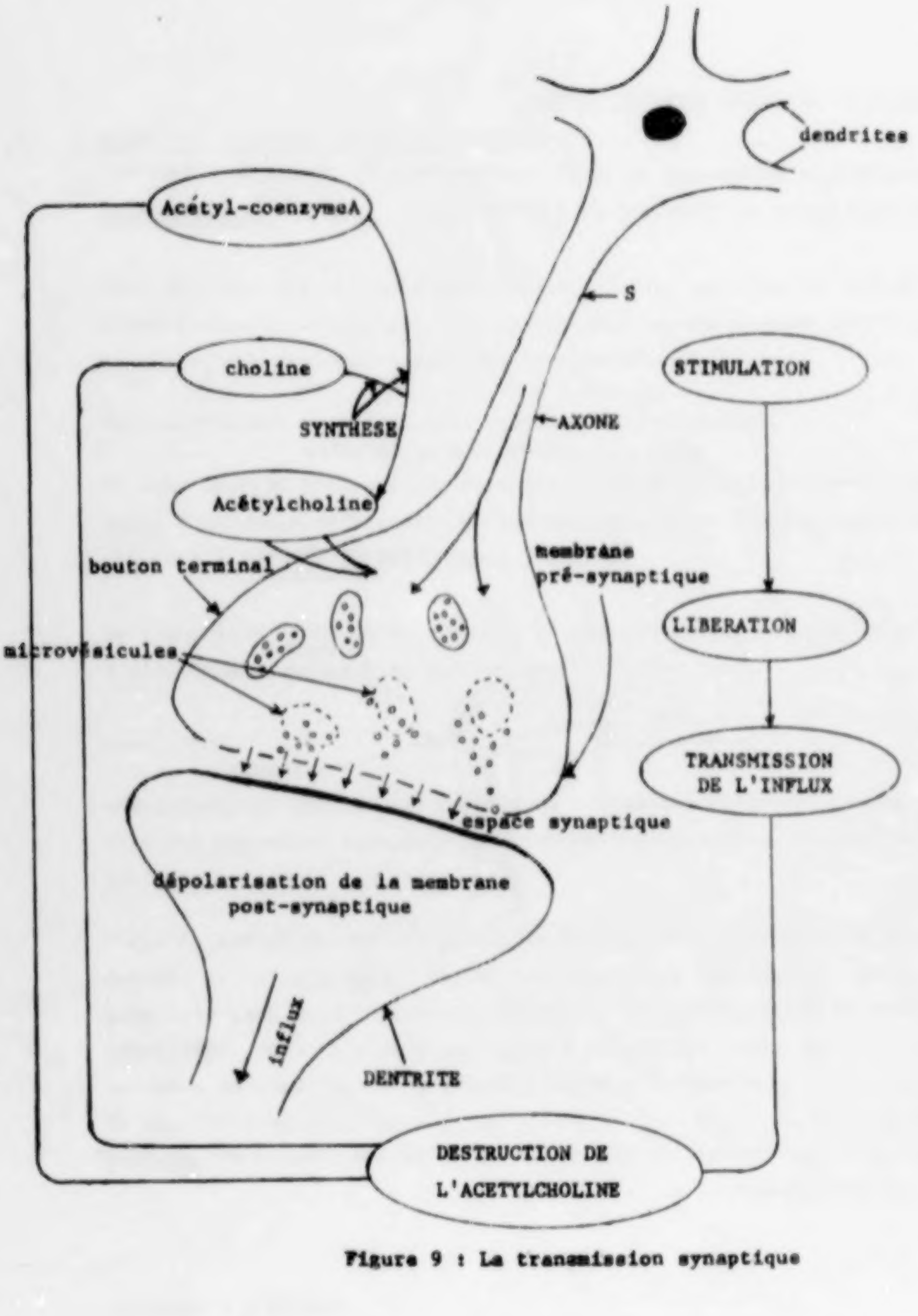


Figure 9 : La transmission synaptique

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 3: ACTIVITE NERVEUSE SIMPLE

Complète le schéma par un trait représentant le trajet de l'influx nerveux entre le récepteur et l'effecteur:

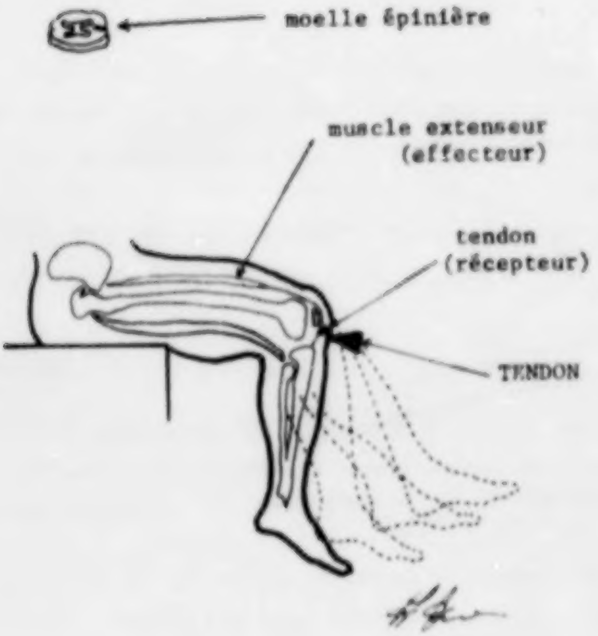


Figure 10: Le réflexe rotulien

Description sommaire du réflexe: une impression transformée en action sans l'intervention de la volonté.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 4 : PREPARATION DE LA GRENOUILLE

Décérébration

Pour observer les réflexes médullaires, il faut utiliser un animal spinal, c'est-à-dire un animal qui ne possède comme centre nerveux que sa moelle épinière, son encéphale ayant été détruit ou prélevé.

Tu vas utiliser une grenouille spinale, donc décérébrée.

Va voir le film intitulé "Préparation d'une grenouille spinale", puis apporte à ta table de travail une grenouille; le professeur-consultant expliquera à tout le groupe comment procéder.

La grenouille étant décérébrée, tu l'allonges sur le dos sur la planche à dissection; ne la fixe pas par des épingles.

Dissection.

Une grenouille spinale est capable de mouvements réflexes, ce qui est normal; elle est cependant incapable de mouvements volontaires, inconsciente, incapable de ressentir une douleur.

Ouvre la cavité abdominale et retire les viscères pour bien dégager la face dorsale de cette cavité. Repère les deux nerfs sciatiques. Chacun s'insère très haut dans la colonne vertébrale et est constitué de trois branches parallèles. Avec l'aide d'une pince à dissection, passe un fil sous les trois branches du côté gauche de l'animal, glisse ce fil le plus haut possible vers le haut de l'animal. Noue-le suffisamment pour bien tenir le nerf sans le comprimer.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 5 : EXPERIMENTATION SUR LA GRENOUILLE

Lorsque tu appliques les électrodes sur le nerf, assure-toi qu'elles ne touchent que le nerf et non des structures avoisinantes; soulève légèrement le nerf s'il le faut, en tendant légèrement le fil.

1- Stimule le nerf, près du fil, à l'aide d'un choc électrique faible.
   Quelle jambe réagit ? . . . .

2- Augmente l'intensité du courant considérablement et répète l'application du stimulus. Que se produit-il maintenant ?

   . . . .

   . . . .

3- Passe un autre fil autour du même sciatique gauche, près du premier fil que tu as placé. Noue-le comme précédemment. Le fil ne doit pas glisser. Coupe le nerf entre les deux ligatures.

4- Stimule, à l'aide d'un courant de forte intensité, la partie coupée de nerf située du côté de la jambe (bout périphérique du nerf). Que se produit-il ? . . . .

5- Stimule, à l'aide du même courant, la partie coupée du nerf située du côté de la moelle épinière (bout central du nerf). Que se produit-il ?

   . . . .

6- Est-il juste de dire qu'il y a des connexions nerveuses dans la moelle épinière permettant un transfert de l'influx nerveux d'un côté à l'autre du corps ? . . . .

7- Considérant ta réponse à la question 2, dirais-tu que, dans un nerf, l'influx nerveux peut voyager dans les deux sens ? . . . .
   Justifie ta réponse en te rappelant qu'un nerf contient des centaines de fibres et qu'un nerf rachidien est mixte.

   . . . .

   . . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

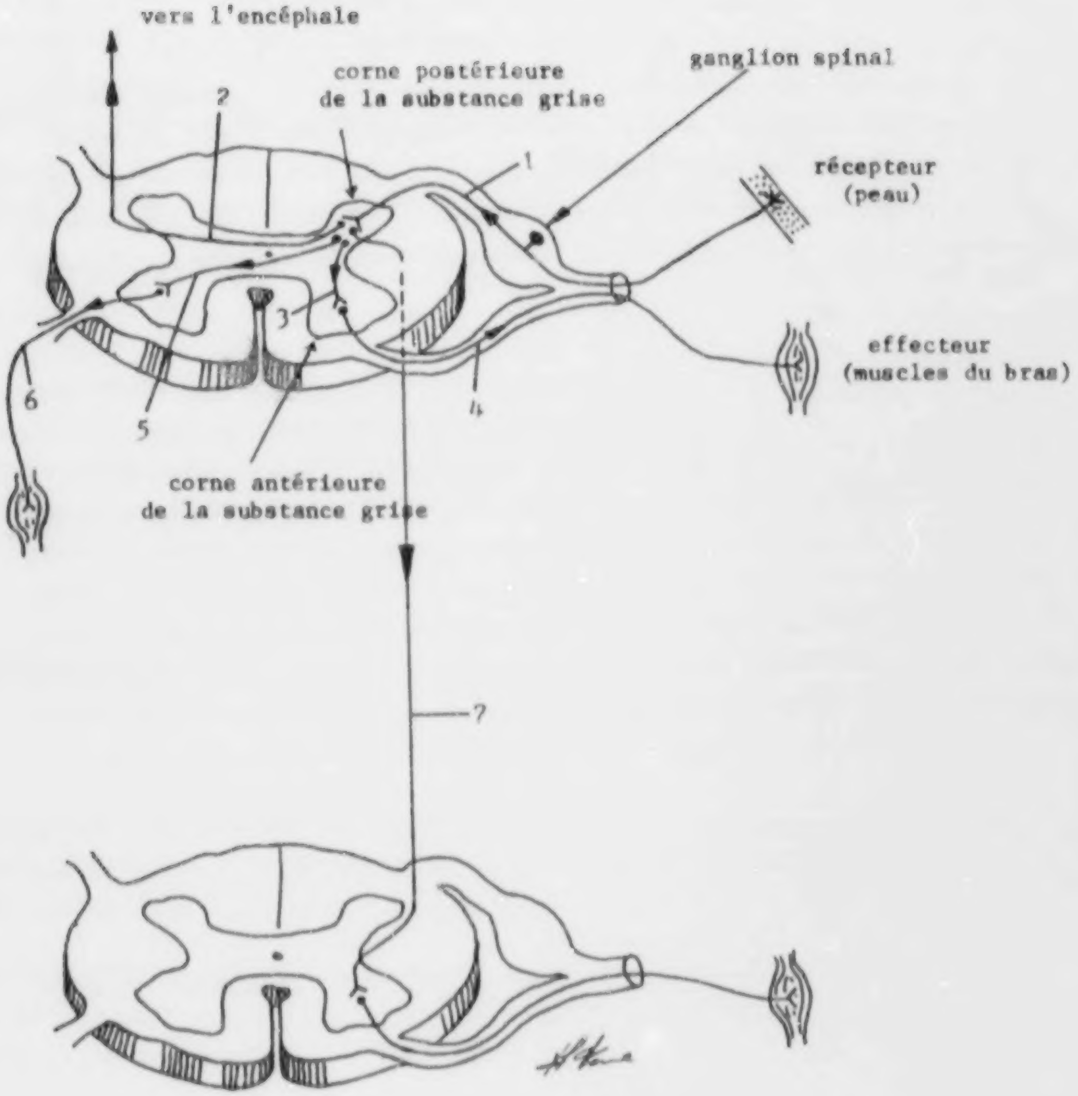


Figure 11: Cheminement de l'influx dans l'activité réflexe.

ETAPE 6 : ACTIVITE REFLEXE ET EXEMPLES DE REFLEXES CHEZ L'HOMME

Dans le langage courant, le terme réflexe désigne une réponse rapide et automatique à un stimulus; l'acte réflexe se produit sans le secours de la volonté et sans le contrôle de la conscience. Les influx qui ont suscité la réponse parcourent des neurones qui s'articulent dans un centre nerveux. L'activité réflexe est l'activité de base du système nerveux comme on l'a vu au début du mini-cours précédent : stimulation - réponse.

Si la conscience ne contrôle pas le réflexe, elle l'accompagne cependant dans beaucoup de cas de façon accessoire : tu as conscience du réflexe rotulien, de celui du clignement des yeux, mais ce ne sont ni la volonté ni la conscience qui provoquent leur apparition. Les actes réflexes ont un caractère de fatalité. Un grand nombre de réflexes ont comme centre de réflexion la moelle épinière, ce sont les réflexes médullaires, leur circuit nerveux est tout à fait en dehors de l'encéphale.

RETOURNE A L'ECOUTE.

Donc, pour l'établissement d'un réflexe médullaire, les structures suivantes sont nécessaires : un récepteur, un neurone sensitif, un ou plusieurs neurones d'association, un neurone moteur, et finalement un effecteur.

Le nombre de neurones d'association stimulés au niveau de la moelle est plus ou moins grand suivant l'intensité du stimulus et le réflexe obtenu est alors plus ou moins complexe.

Chez l'homme on peut observer plusieurs réflexes médullaires, comme les réflexes rotulien, plantaire et du tendon d'Achille; d'autres ont comme centre des structures encéphaliques, tels les réflexes de la toux, de la déglutition, de l'éternuement.

Réflexes innés et réflexes acquis.

Les réflexes dont on vient de parler, qu'ils soient médullaires ou encéphaliques, sont des réflexes innés, c'est-à-dire qu'ils s'établissent sans entraînement chez tous les êtres humains. Quelques-uns existent dès la naissance (avant même), les autres se manifestent à mesure que se complète l'organisation du système nerveux dans les premiers mois de la vie.

Les réflexes acquis ou conditionnés sont le résultat d'un apprentissage. Dans ce cas, le conditionnement ou l'expérience a activé des neurones qui existaient au préalable mais qui n'étaient pas actifs. On connaît peu le mécanisme d'acquisition des réflexes; on sait cependant que l'écorce cérébrale et la formation réticulée sont nécessaires à leur établissement. Beaucoup de nos activités apprises entrent dans la catégorie des réflexes conditionnés : la conduite d'une automobile, la dactylographie, l'écriture. Ces activités sont d'abord volontaires mais l'entraînement les transforme en activités automatiques qui "libèrent l'esprit" lui permettant d'accomplir des tâches plus "nobles" et plus complexes.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 7 : LE SYSTEME NERVEUX : UN BIO-ORDINATEUR

La comparaison entre le fonctionnement du système nerveux et celui d'un ordinateur est utile pour saisir le mode d'action global du système nerveux. En effet, ce système de coordination de l'organisme fonctionne, tout comme l'ordinateur, en trois temps:

1) Le système nerveux est d'abord alimenté en influx nerveux par des récepteurs. Cette étape de l'entrée des données se retrouve aussi pour l'ordinateur dans un appareil comme un lecteur de cartes perforées.

2) La deuxième étape est constituée du traitement des données, ces données étant les influx nerveux reçus des récepteurs. Ce traitement peut être plus ou moins complexe selon les cas. Mentionnons que cette étape, qui est la plus caractéristique du fonctionnement de ces deux systèmes, s'effectue, dans le cas du système nerveux, au niveau des centres nerveux (la moelle épinière ou l'encéphale) et, dans le cas de l'ordinateur, au niveau des unités de programmation, de computation, de mémoire, etc...

3) La troisième étape est la commande aux effecteurs. Cette commande peut être immédiate ou retardée plus ou moins longtemps. Les effecteurs du système nerveux sont les muscles et les glandes. Dans l'ordinateur ces effecteurs peuvent être très diversifiés (imprimante, écran cathodique, télétype).

Donc, les trois étapes du fonctionmement du système nerveux sont :

-L'entrée des données. Les récepteurs transforment les divers stimuli affectant l'organisme en influx nerveux qui sont ensuite transmis aux centres nerveux par les nerfs sensitifs.

-Le traitement des données. Les centres nerveux intègrent ces influx selon leur importance (fréquence, endroits d'où ils proviennent, etc...) et les transforment en influx moteurs immédiatement ou les emmagasinent dans la mémoire pour usage futur.

-La commande aux effecteurs. Dans certains cas, des commandes sont immédiatement envoyées par les centres nerveux à des muscles ou des glandes. Ces commandes sont des influx voyageant dans des nerfs moteurs et s'éloignant des centres. Dans les autres cas, la commande est retardée.

Partie 2

ETAPE 8 : LA RECEPTION ET LES RECEPTEURS

Tu sais que le système nerveux fonctionne à partir de stimuli qu'il transforme en influx nerveux. Ce qui nous intéresse ici c'est la réception des stimuli, première étape du fonctionnement global du système nerveux.

Les stimuli provenant du milieu extérieur ou intérieur entrent dans le système nerveux par des récepteurs qui diffèrent selon les types de stimuli. Ces récepteurs sont donc spécifiques. Ils ont pour fonction, dans un premier temps, de recevoir, de capter des excitations, des stimuli particuliers et, dans un deuxième temps, de les convertir en influx nerveux (réception). Des neurones se chargeront ensuite de propager ces influx nerveux vers les centres nerveux pour qu'ils soient traités.

Il y a trois catégories de récepteurs: extérocepteurs, propriocepteurs, viscérocepteurs.

Les extérocepteurs reçoivent les excitations du milieu extérieur à l'organisme. Ce sont les organes des sens: l'oeil, l'oreille, le nez, la langue et la peau. Ces organes perçoivent les modifications du milieu extérieur quant à la lumière, aux sons, aux odeurs, aux saveurs, à la pression, à la chaleur, au froid et à la douleur.

Les propriocepteurs sont distribués dans les muscles squelettiques et articulations; ils sont sensibles aux modifications de tension dans les muscles et aux changements de positions des segments du corps (membres, tête, tronc) les uns par rapport aux autres. Ils jouent donc un rôle majeur dans l'adaptation musculaire pour le maintien de l'équilibre; en effet, le corps s'affaisserait si, en réponse aux excitations perçues par ces propriocepteurs, les muscles n'assuraient pas, par leur contraction tonique, la rigidité de la colonne vertébrale.

Les viscérocepteurs sont distribués dans les viscères (vaisseaux sanguins, tube digestif, poumons, etc...). Ils sont sensibles aux substances chimiques, à la douleur et aux pressions. Les sensations perçues aux niveaux des viscères demeurent généralement inconscientes et sont du domaine neuro-végétatif. Ces viscérocepteurs nous renseignent sur des variations du milieu intérieur aussi différentes que l'acidité du sang ou la pression de l'urine dans la vessie.

RETOURNE A L'ECOUTE.

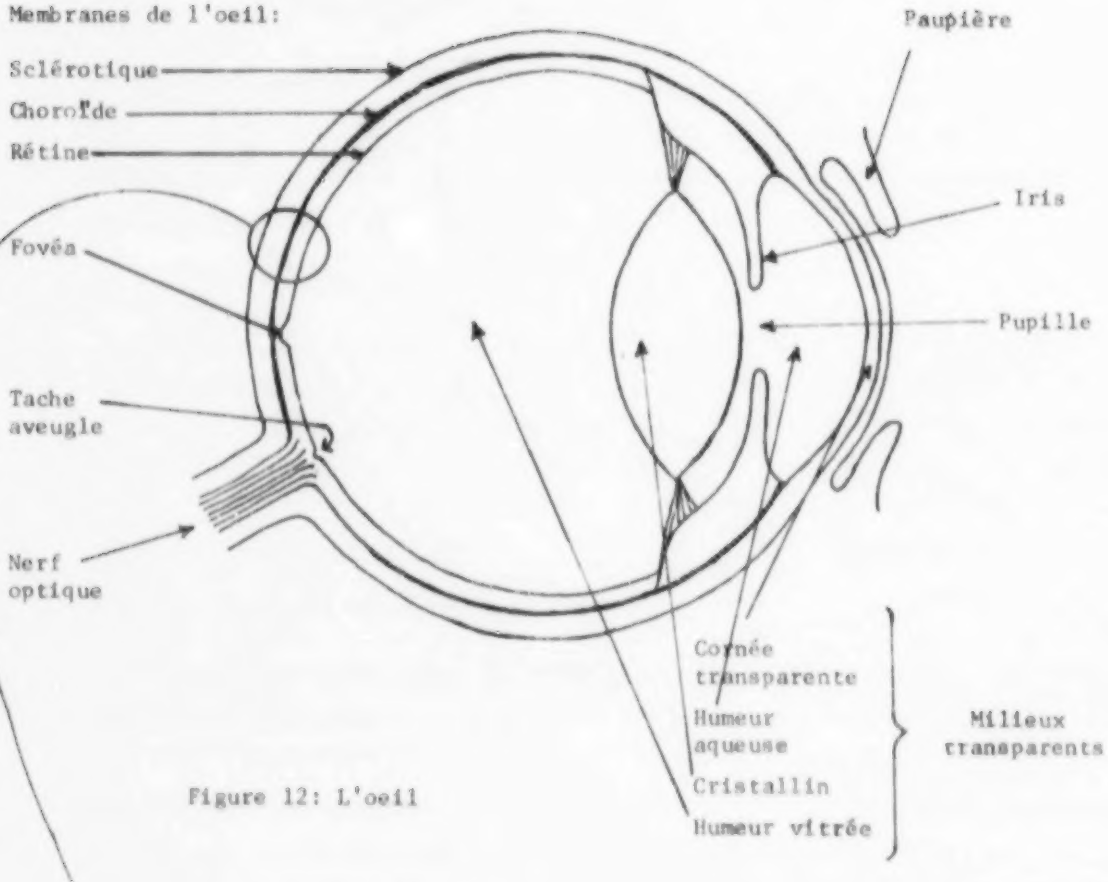


Figure 12: L'oeil

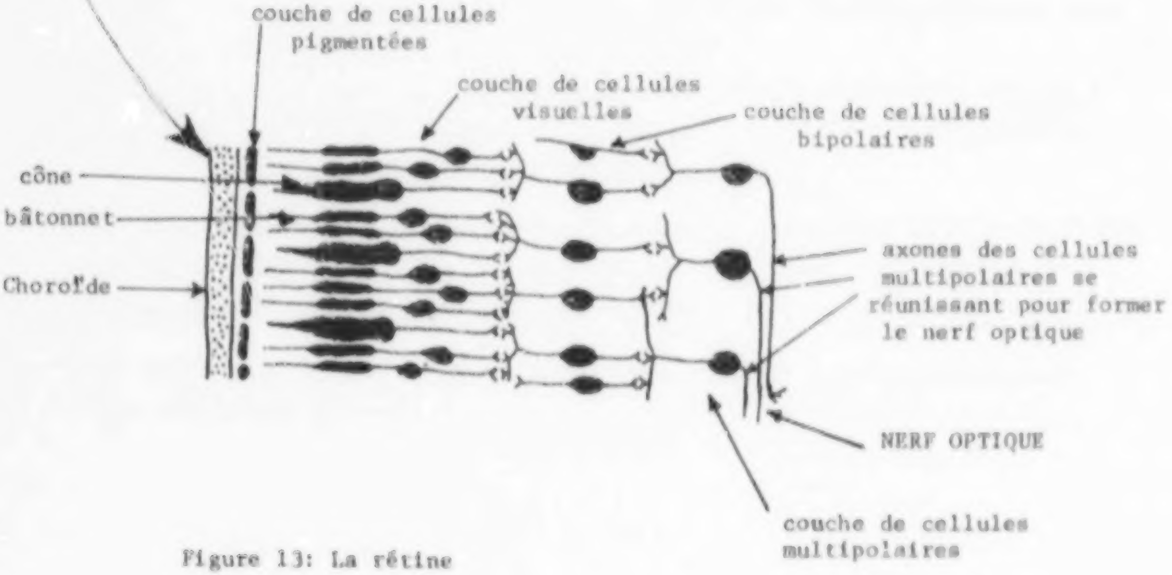


Figure 13: La rétine

ETAPE 9 : ETUDE D'UN RECEPTEUR : L'OEIL

Le stimulus visuel.

L'oeil est un récepteur très spécialisé du système nerveux. Les excitants auxquels il est sensible sont les ondes lumineuses, c'est-à-dire les ondes situées entre les rayons infrarouges et les rayons ultraviolets.

Rôle des structures oculaires.(figure 12)

La structure essentielle de l'oeil est la rétine où les images sont transformées en influx nerveux. Les milieux transparents de l'oeil, comme la cornée et le cristallin, agissent comme des lentilles faisant converger les rayons lumineux vers la rétine où se forme l'image. Le jeu des paupières et la dilatation plus ou moins grande de l'iris contrôle la quantité de lumière pour assurer la clarté de l'image.

Structure de la rétine (fig. 13)

La rétine est une véritable structure nerveuse formée à partir d'une excroissance du cerveau, excroissance qui se forme pendant la vie foetale; elle est constituée de plusieurs couches de cellules neuroniques spécialisées.

1ère couche: ce sont les cellules visuelles, cônes et bâtonnets, appliquées sur l'épithélium pigmentaire noir de la choroïde.

2e couche : ce sont les cellules bipolaires qui font synapse par leur dendrite avec les cellules visuelles et par leur axone avec les cellules de la troisième couche.

3e couche : ce sont les cellules multipolaires dont les axones se réunissent à la surface de la rétine pour sortir tous ensemble de l'oeil formant ainsi le nerf optique.

Au point de sortie du nerf optique, il ne peut y avoir de cellules visuelles et aucune image ne peut se former à cet endroit; aussi cette région de la rétine porte-t-elle le nom de "tache aveugle".

La "fovéa" est la partie de la rétine où se forment les images précises; elle est située sur l'axe optique de l'oeil.

Mécanisme de la vision

-les rayons lumineux atteignent la surface de la rétine après avoir traversé les milieux transparents de l'oeil;

-ces rayons traversent les couches superficielles de la rétine (cellules multipolaires, cellules bipolaires) et atteignent les éléments photorécepteurs proprement dits, c'est-à-dire les cônes et les bâtonnets;

-dans ces cellules, les rayons lumineux provoquent des réactions chimiques qui engendrent la production d'influx nerveux (les cônes et les bâtonnets sont des neurones modifiés);

-ces influx sont transmis aux cellules bipolaires, puis aux cellules multipolaires et enfin aux axones de celles-çi qui se réunissent pour former le nerf optique.

-les influx voyageront ensuite dans le nerf optique jusqu'au thalamus où ils feront relais avec d'autres neurones pour être acheminés finalement à l'aire visuelle du cortex cérébral. C'est uniquement au niveau des cellules de ce cortex cérébral que nous percevons les images. En ce sens nous pouvons dire que c'est le cerveau qui voit.

EXERCICE SUR LA STRUCTURE DE L'OEIL

Sur les modèles de l'oeil à ta disposition, identifie les éléments numérotés suivants (il s'agit des nombres inscrits sur de petits papiers) :

1.	*6.* . . . .
2.	*7.* . . . .
3.	*8.* . . . .
4.	*9.* . . . .
5.	*10.* . . . .

Sur la carte en relief, placée sur la table de démonstration, il y a une schématisation de la rétine; identifie sur cette carte les éléments suivants (il s'agit aussi de nombres inscrits sur de petits papiers) :

11.	*13.* . . . .
12.	

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 10 : VOIE NERVEUSE OPTIQUE

L'organisation de la voie sensorielle optique comporte, dans l'encéphale, deux centres :

1. le thalamus
2. l'aire visuelle corticale, située dans le lobe occipital de chaque hémisphère cérébral.

L'influx nerveux engendré au niveau de la rétine parvient à l'aire visuelle au moyen de deux neurones :

1. un premier neurone prend son origine dans la rétine et son axone aboutit au thalamus qui sert de relais synaptique;
2. un deuxième neurone véhicule les influx nerveux du thalamus jusqu'à l'aire visuelle.

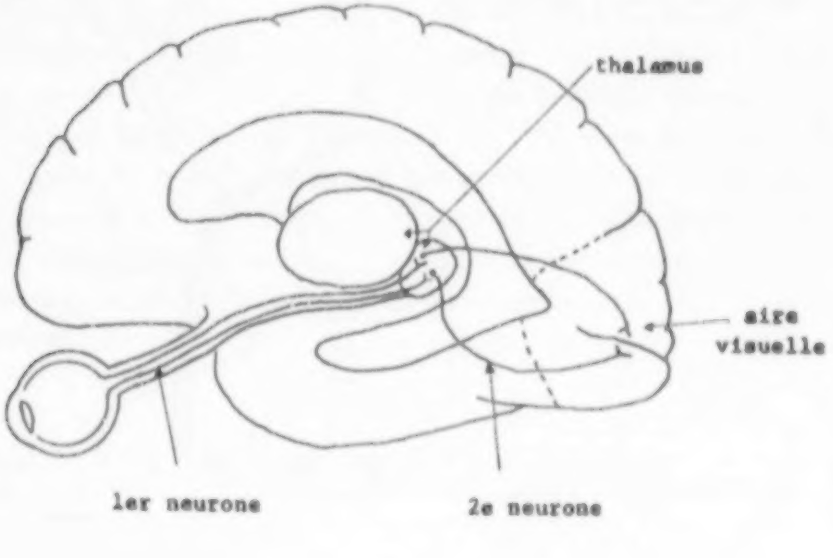


Figure 14 : Voie nerveuse optique

(tiré de Bourret, Paul, Louis, René, Anatomie du système nerveux central, © 1971, p. 98. Reproduit avec la permission de la Société des Gens de Lettres de France pour l'Expansion scientifique française, Paris)

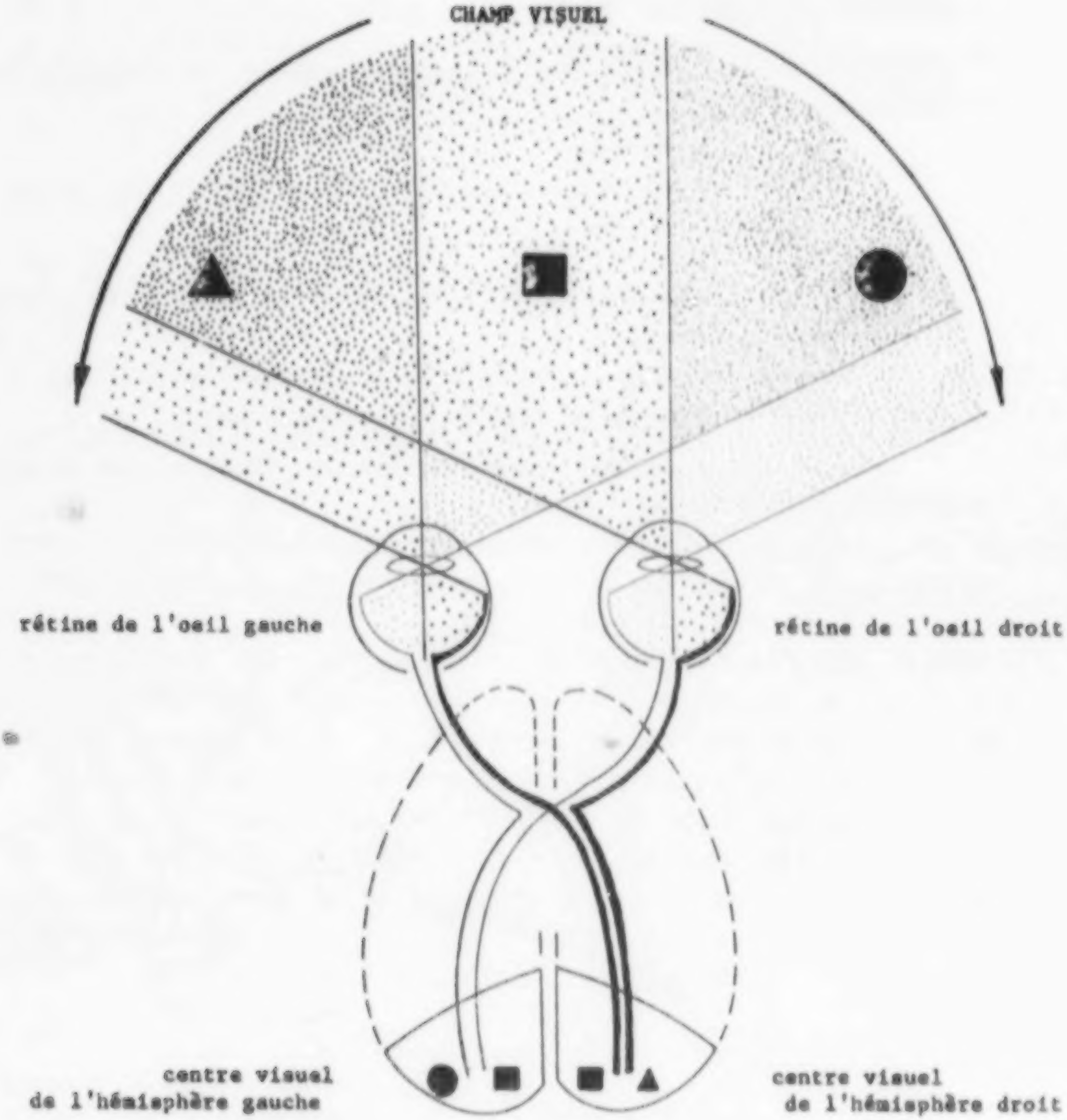


Figure 15 : Croisement des nerfs optiques

(tiré de Gribenski, André, Connaissance de l'homme, Focus International, © 1972, p. 156, fig. 16. Reproduit avec la permission de la Société des Gens de Lettres de France pour les Editions Bordas)

Les images captées par la rétine sont perçues de façon consciente au moment où l'influx parvient à l'aire de réception corticale. Une section voisine de l'aire visuelle portant le nom d'aire PSYCHOVISUELLE est responsable de l'interprétation des images enregistrées: reconnaissance et identification des couleurs, des formes, etc.

RETOURNE A L'ECOUTE.

<u>ETAPE 11</u> : <u>CROISEMENT DES NERFS OPTIQUES</u> (figure 15)

Ce croisement ne porte que sur la moitié des fibres de chaque nerf optique. Ainsi les moitiés gauches des deux rétines sont reliées au centre visuel de l'hémisphère gauche du cerveau, tandis que les moitiés droites des deux rétines sont reliées au centre visuel de l'hémisphère droit du cerveau. Il en résulte que les images rétiniennes d'un objet situé à droite dans le champ visuel (ici,le cercle noir) donnent naissance à des messages nerveux qui parviennent au centre visuel cérébral gauche, celles d'un objet situé à gauche dans le champ visuel (ici, le triangle) à des messages nerveux parvenant au centre visuel cérébral droit. Au contraire, les images rétiniennes d'un objet placé dans le milieu du champ visuel (ici, le carré) donnent naissance à des messages nerveux qui parviennent à la fois aux centres visuels des deux moitiés du cerveau.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 12 : VISION EN RELIEF (3 D)

Ce sont les différences entre les images données par les deux yeux qui constituent le principal facteur dans la perception visuelle du relief.

Le tronc de pyramide P donne, dans les deux yeux, des images P' et P" qui sont légèrement différentes.

C'est la fusion des images P' et P" au niveau des centres corticaux qui permet de voir le tronc de pyramide dans ses trois dimensions: on peut le constater en observant les deux images avec la lunette stéréoscopique.

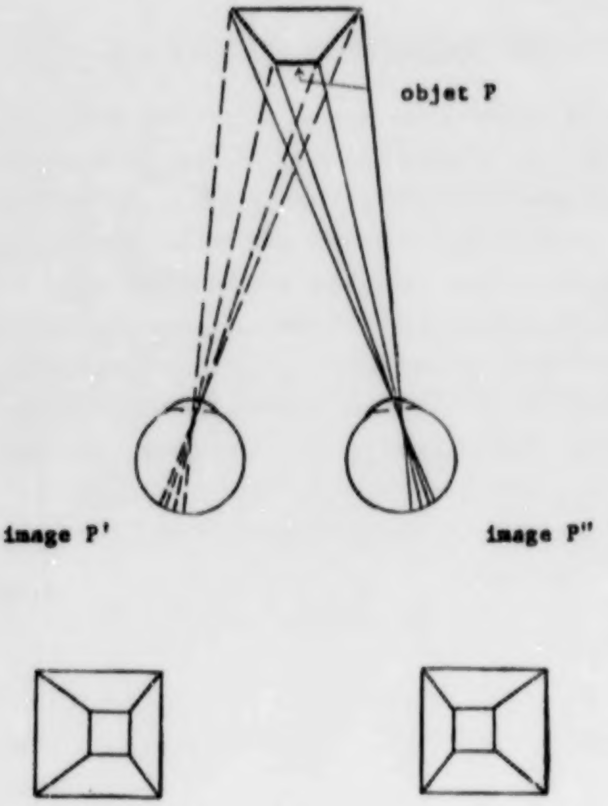


Figure 16 : Vision en relief

(tiré Gribenski, André, Connaissance de l'homme, Focus International, © 1972, p. 162 fig. 22. Reproduit avec la permission de la Société des Gens de Lettres de France pour les Editions Bordas)

RETOURNE A L'ECOUTE

Vision des couleurs

La perception des couleurs n'est pas uniforme dans le champ visuel. Dans le centre du champ, nous voyons toutes les couleurs; en s'éloignant du centre, le vert cesse le premier d'être perçu, puis le rouge, plus loin encore le bleu; au-delà d'un angle de 45 degrés à partir du centre, toute sensation de couleur disparaît parce qu'il n'y a plus alors que des bâtonnets dans la rétine (fig. 17).

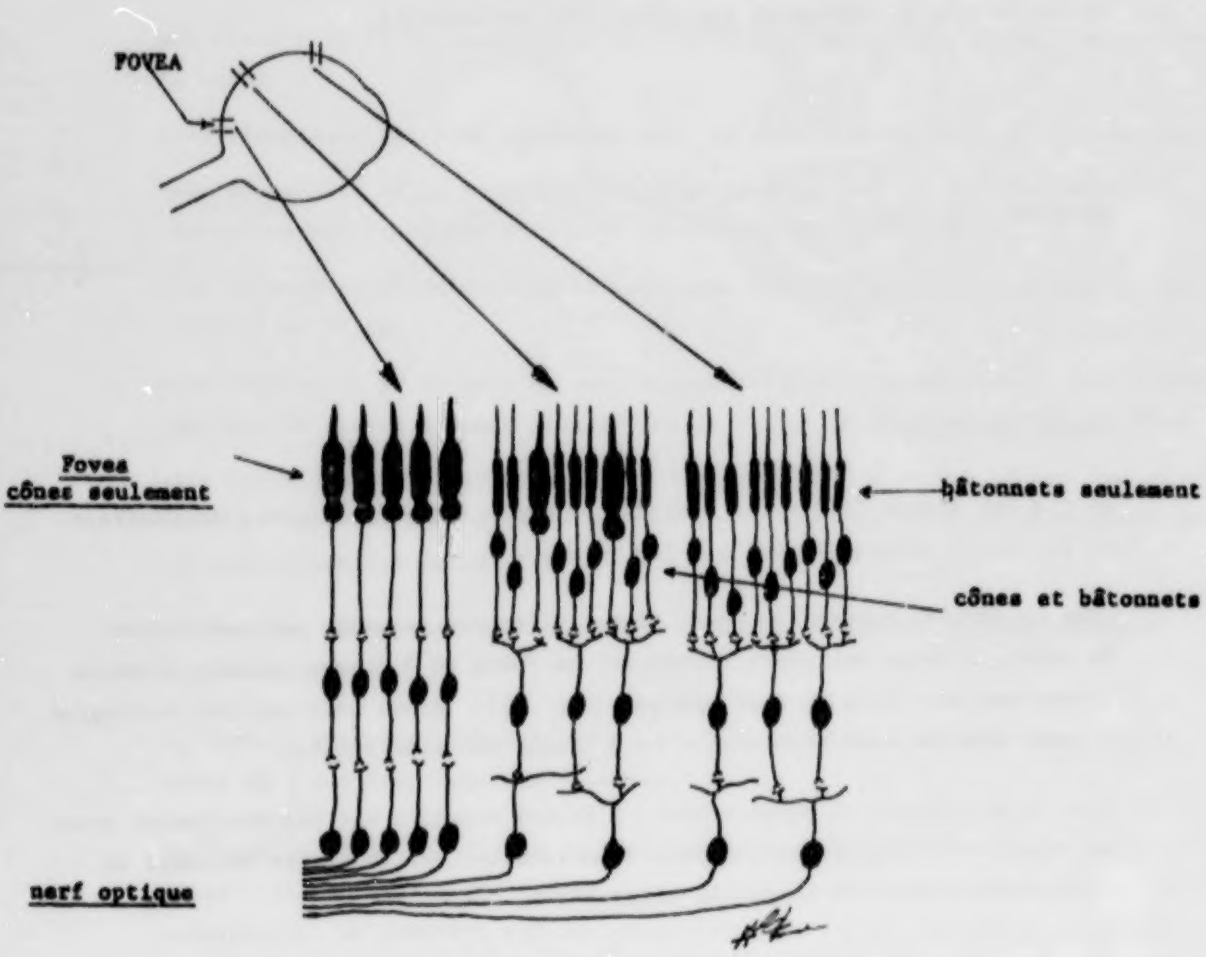


Figure 17 : Distribution des cônes et des bâtonnets dans la rétine

RETOURNE A L'ECOUTE.

Théorie trichromatique

Les cônes seraient de trois types (hypothèse la plus acceptée) selon le genre de pigments photosensibles qu'ils contiennent; ils ont un maximum de sensibilité respectivement dans le bleu, le vert et le rouge. L'existence supposée mais très probable, de ces trois sortes de cônes explique que le message sensoriel du nerf optique diffère selon la composition de la lumière et puisse donner naissance aux sensations de couleurs.

RETOURNE A L'ECOUTE.

Acuité visuelle

Il y a une grande différence d'acuité visuelle entre la vision dite centrale et la vision périphérique ("sur les côtés").

Dans la partie centrale du champ visuel, l'acuité visuelle est excellente. En effet, l'image est alors formée sur la FOVEA où à chaque cellule visuelle correspond une fibre du nerf optique (fig. 17). Ainsi nous pouvons distinguer l'un de l'autre deux points dont la distance est très faible.

Dans la périphérie du champ visuel, l'acuité visuelle est beaucoup moins bonne car une fibre du nerf optique peut être stimulée par un nombre variable de cellules visuelles de la rétine (fig. 17).

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 14 : LA SOMESTHESIE

C'est la somesthésie qui donne à l'individu le sentiment de l'existence de son corps, de son étendue et de la localisation de ses parties. Ces sensations peuvent fournir une impression de bien-être ou au contraire de malaise suivant une activité normale ou perturbée.

La somesthésie est la sensibilité aux diverses excitations subies par le corps, à l'exception de celles reçues par les organes sensoriels, oeil, oreille (audition), papilles gustatives et muqueuse olfactive.

Les récepteurs de la somesthésie sont donc distribués dans toutes les parties du corps.

- les récepteurs tactiles localisés dans la peau sont stimulés par le toucher;
- les récepteurs de la pression localisés dans la peau et les muscles sont sensibles aux pressions provenant de l'extérieur du corps;
- les récepteurs thermiques de la peau sont excités par l'application de chaleur ou de froid;
- les récepteurs de la douleur sont stimulés par des traumatismes, irritations, lésions de tissus et sont situés dans la peau, les muscles et les viscères.
- les propriocepteurs contenus dans les muscles et les articulations des membres et du tronc sont excités par les positions relatives des articulations et par la tension musculaire.

La pression est considérée à la fois comme une sensation extéroceptive et proprioceptive.

La douleur peut être ressentie à la surface de la peau et dans les muscles aussi bien que dans tous les viscères.

De façon générale, on divise la somesthésie en deux grandes sensibilités : la sensibilité superficielle (peau) et la sensibilité profonde (muscles et articulations). La première est toujours perçue de façon consciente alors que la deuxième a une composante qui atteint le niveau conscient et une autre qui reste au niveau de l'inconscient.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 15 : SYSTEMATISATION DE LA MOELLE EPINIERE

Identifie les faisceaux de la substance blanche et les deux zones de la substance grise

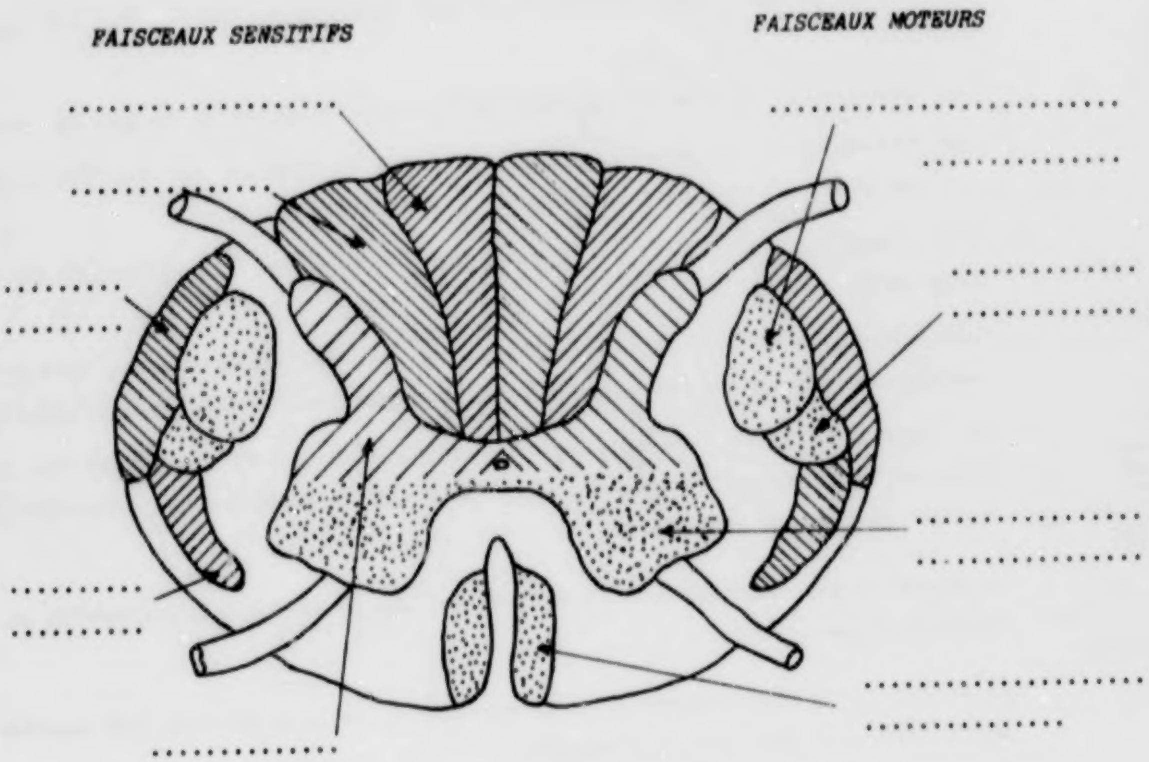


Figure 18 : Les diverses portions des substances grise et blanche de la moelle épinière.

RETOURNE A L'ECOUTE.

Mini-cours 10

SYSTEME NERVEUX III

VOIES SENSITIVES, CENTRES NERVEUX ET VOIES MOTRICES.

VIGILANCE ET SOMMEIL.   COMPORTEMENT

Mini-cours 10

SYSTEME NERVEUX III

VOIES SENSITIVES, CENTRES NERVEUX ET VOIES MOTRICES. VIGILANCE ET SOMMEIL. COMPORTEMENT

Objectifs de comportement

A la fin de ce mini-cours tu dois être capable de :

1) Dessiner et décrire le trajet emprunté par l'influx le long des voies sensitives
2) Préciser les types de récepteurs à l'origine de chacune des voies sensitives
3) Localiser, sur un schéma représentant un hémisphère cérébral, les différentes aires sensitives et motrices
4) Montrer, par un exemple, le rôle des aires psycho-sensitives
5) Montrer, par un exemple, le rôle des aires d'association
6) Expliquer l'importance du lobe frontal chez l'humain
7) Localiser et nommer les structures anatomiques constituant la substance grise extracorticale
8) Détailler les fonctions des centres nerveux impliqués dans l'activité motrice
9) Dessiner et décrire le trajet emprunté par l'influx le long des voies motrices
10) Donner la fonction de chacune des voies motrices
11) Expliquer l'importance de la formation réticulée pour la détermination des divers degrés de vigilance
12) Décrire le système limbique
13) Expliquer comment s'élabore le comportement de l'individu

INTRODUCTION

Avec ce qu'on a vu de l'architecture nerveuse dans le mini-cours 8, il est clair que celle-ci est assez complexe. Cet apparent fouillis n'en est pas un ; des récepteurs, l'influx sensitif parcourt des voies bien délimitées selon le type d'informations véhiculé. A leur tour, les centres se révèlent constitués de noyaux aux rôles relativement bien définis : il reste néanmoins que les centres nerveux fonctionnent comme un tout, s'intéressant à toutes les informations qui arrivent et influençant à peu près tous les types de réponses.

Car l'activité des centres nerveux a pour principal but d'agir sur le milieu, adressant aux effecteurs des messages de long des voies motrices.

Ce mini-cours termine l'étude du système nerveux en parcourant les voies sensitives, les centres encéphaliques et les voies motrices, pour s'attarder ensuite à deux systèmes : la formation réticulée et le système limbique.

Partie 1

ETAPE 1: LES VOIES SENSITIVES DE LA MOELLE EPINIERE

1. La voie spino-thalamique.

Cette voie transmet surtout les sensations superficielles de chaud et de froid, les sensations de douleur de tout le corps, les sensations sexuelles, les sensations tactiles grossières.

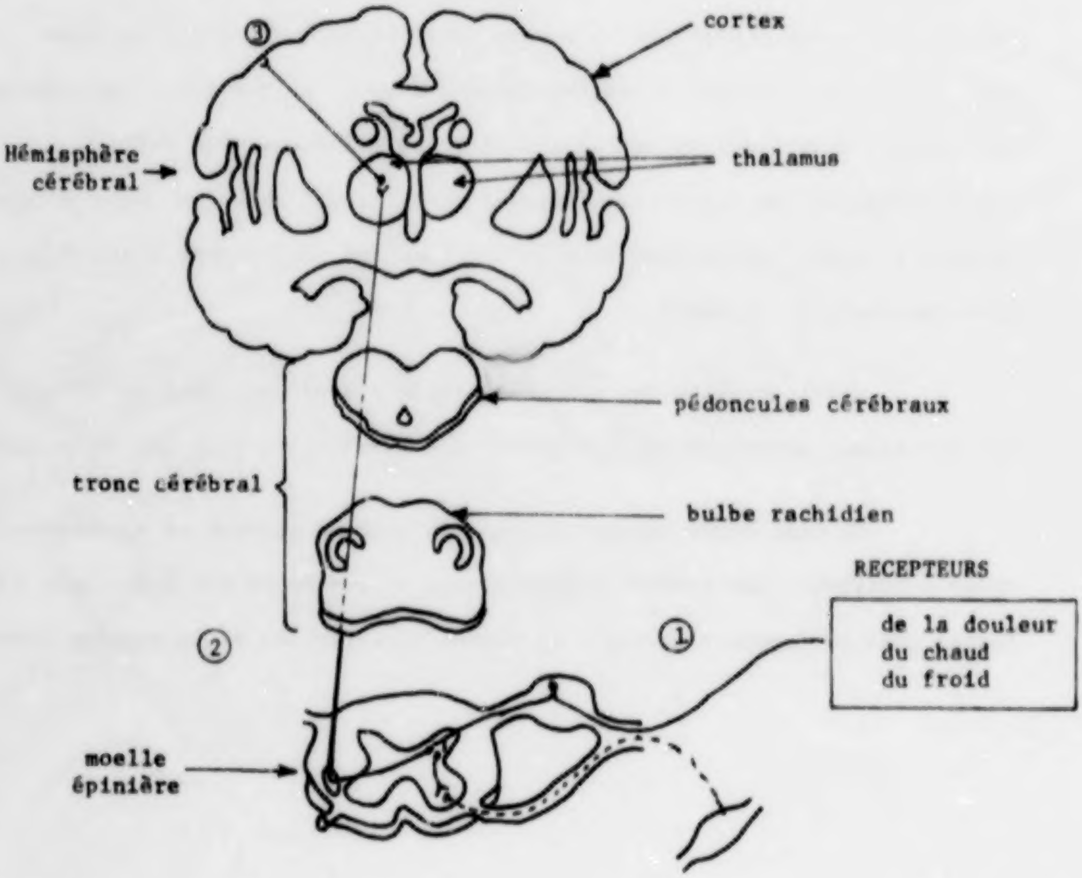


Figure 1: La voie spiné-thalamique

N.B. Dessine les voies au crayon-mine pour pouvoir corriger facilement.

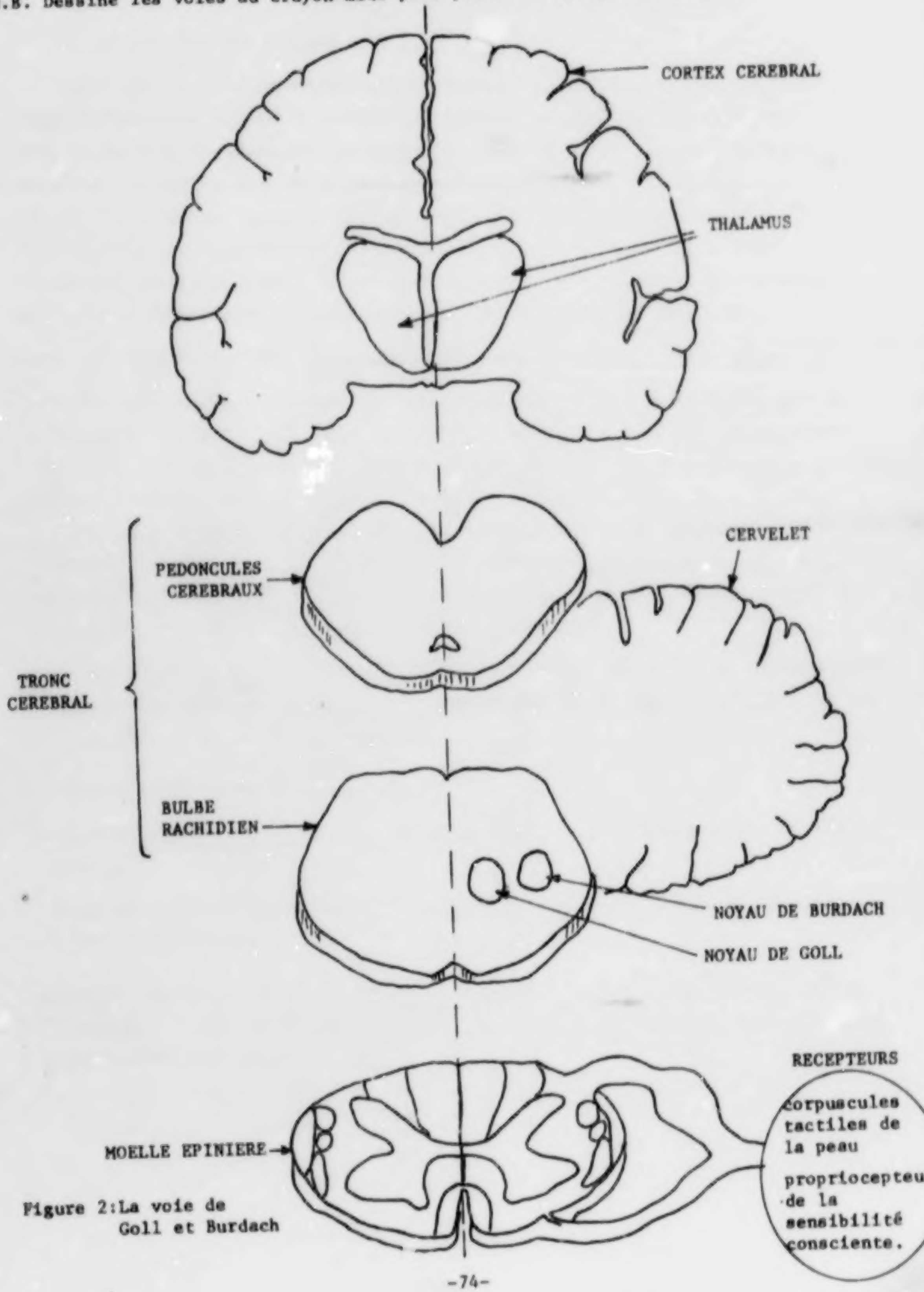


Figure 2: La voie de Goll et Burdach

2. La voie de Goll et Burdach.

Alors que la voie spino-thalamique véhicule des sensations à caractère diffus, destinées surtout à assurer la protection de l'organisme, la voie de Goll et Burdach transmet des informations précises quant à la localisation du stimulus. C'est la voie de la sensibilité superficielle tactile discriminative : elle permet de localiser un point d'attouchement très léger. C'est aussi la voie de la sensibilité profonde consciente . à partir d'influx provenant des propriocepteurs, l'individu perçoit de façon précise la position des membres du corps et apprécie de façon détaillée leurs mouvements.

Description de cette voie (deux possibilités existent) :

-première possibilité: le neurone 1 est un bipolaire dont le dendrite part du récepteur; le corps cellulaire est dans le ganglion spinal; l'axone pénètre seulement dans la substance blanche de la moelle. Cet axone, sans faire synapse, entre directement dans le faisceau de Goll; alors cet axone monte et fait synapse dans le noyau de Goll. L'axone du neurone 2 traverse immédiatement la ligne médiane dans le bulbe rachidien (on dit qu'il croise) et monte ensuite jusqu'au thalamus. Il fait alors synapse dans le thalamus avec un neurone 3. L'axone de ce neurone 3 atteint finalement le cortex.

-deuxième possibilité : tout le trajet est parallèle à celui de la première possibilité sauf qu'il passe par le faisceau de Burdach et que la première synapse se fait dans le noyau de Burdach.

Récepteurs à l'origine de cette voie :

--corpuscules tactiles de la peau sensibles aux stimuli provoqués par un contact léger ou la pression;

--récepteurs (propriocepteurs) de la sensibilité profonde localisés dans les muscles et les articulations.

REMARQUE: les fibres du faisceau de Goll prennent leur origine dans la région inférieure du corps, alors que les fibres du faisceau de Burdach prennent origine dans la partie supérieure du corps.

10-6

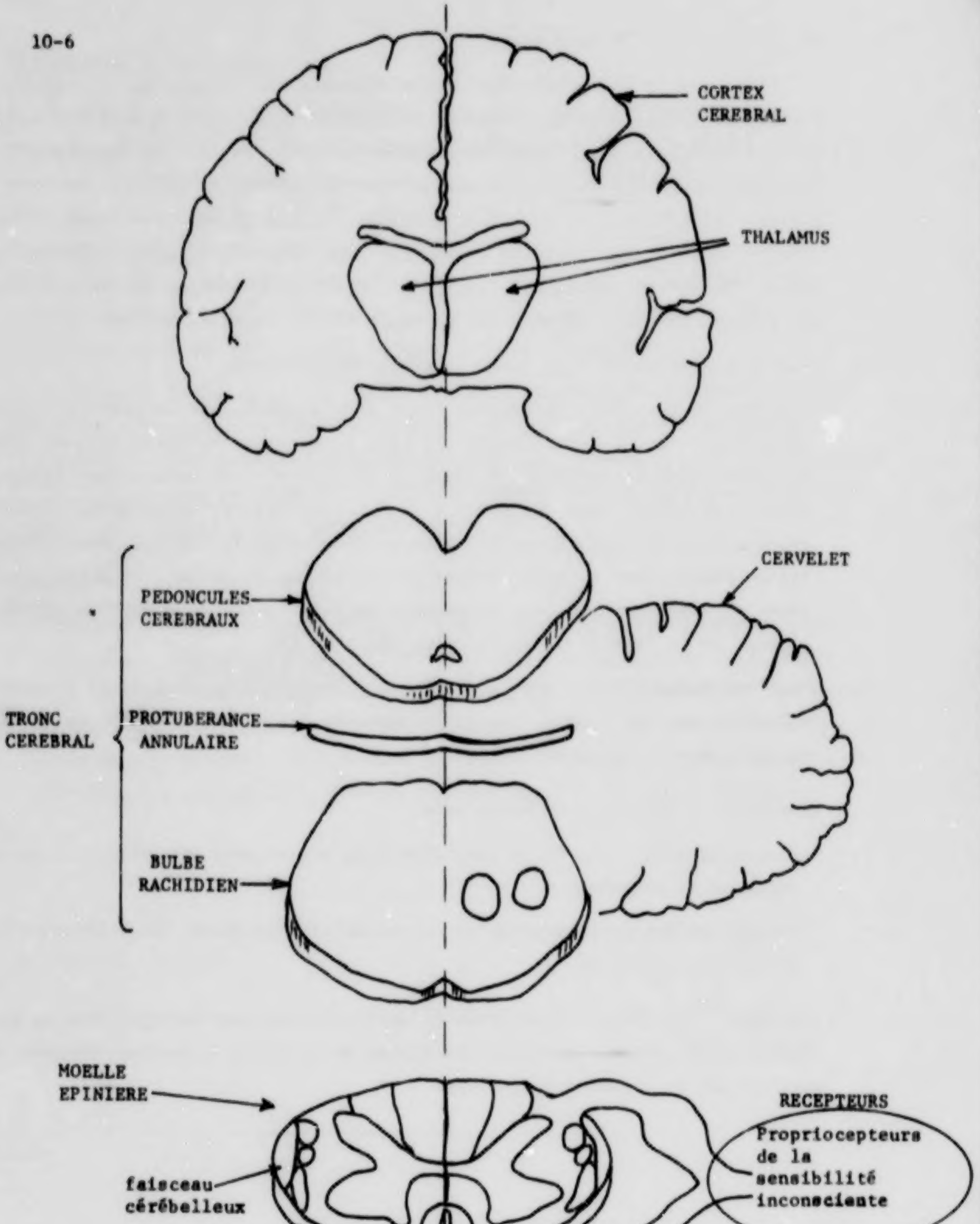


Figure 3: La voie spino-cérébelleuse directe

3. La voie spino-cérébelleuse.

Cette voie se termine au cervelet. Celui-ci est le centre nerveux qui reçoit à chaque instant tous les renseignements possibles sur l'état physique du corps : position relative des membres, position du corps par rapport à l'environnement. Ces informations n'atteignent pas le niveau conscient et proviennent du cerveau lui-même, de l'appareil de l'équilibration de l'oreille et des propriocepteurs de tout le corps. En réponse à ces informations, le cervelet assurera des réactions motrices automatiques appartenant à l'équilibration, à la locomotion et à la coordination des mouvements.

La voie spino-cérébelleuse de la moelle épinière véhicule les informations provenant des propriocepteurs logés dans les muscles, les articulations et les tendons; ces propriocepteurs renseignent le cervelet sur l'état de tension et de contraction des muscles. Précisons encore que l'individu n'a pas conscience de la transmission de ces renseignements.

Description de cette voie.

--l'influx prend naissance dans le récepteur et voyage dans le dendrite du neurone bipolaire, soit le neurone 1. L'axone de ce neurone fait synapse dans la corne postérieure de la substance grise avec un neurone 2. L'axone de celui-ci passe dans la substance blanche du même côté et s'engage dans le faisceau cérébelleux. Arrivé dans le tronc cérébral, cet axone bifurque au niveau de la protubérance pour se terminer dans le cortex du cervelet.

RETOURNE A L'ECOUTE.

Exercice de synthèse sur les voies sensitives

NOM de la voie	TYPES de SENSIBILITE véhiculée	TYPES de RECEPTEURS	POINT D'ARRIVEE de la voie	NOMBRE DE NEURONES le long de la voie	LOCALISATION des RELAIS (synapse)
SPINO-THALAMIQUE					
GOLL et BURDACH					
SPINO CEREBELLEUSE					

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 2 : LE CERVEAU ET LE TRAITEMENT DES INFORMATIONS

La perception.

Une sensation naît au moment où, un récepteur ayant été stimulé, un influx sensitif est acheminé vers les centres nerveux. Le traitement de cette information se fait à différents niveaux jusqu'au cortex cérébral, point terminal où s'élabore la perception de l'événement qui s'est produit : signal lumineux, son, saveur, attouchement, etc. Le thalamus est le premier grand centre encéphalique capable d'interpréter grossièrement la sensation reçue; par exemple, il permet de savoir de façon diffuse quelle région du corps a été touchée : la main, le bras, la figure, etc. Pour que cette information soit raffinée, le thalamus la transmet au cortex cérébral, celui-ci permet à l'individu de "percevoir" la sensation dans tous ses détails : une clé qu'un individu voit et touche sera "perçue" comme un objet pouvant ouvrir la porte de sa maison.

La perception d'un objet ou d'un événement est donc globale et elle requiert l'activité de nombreux centres encéphaliques.

Les aires corticales.

Les neurones du thalamus projettent leurs axones dans le cortex cérébral à l'intérieur de zones dites d'interprétation : une zone visuelle reçoit des informations de l'oeil et identifie l'objet aperçu, une zone auditive fait de même pour les sons, et ainsi pour toutes les sensations.

D'autres zones sont chargées d'associer les diverses sensations pour donner une perception globale de l'environnement et enfin, certaines zones sont à l'origine des mouvements musculaires simples ou spécialisés : marcher, parler, écrire.

RETOURNE A L'ECOUTE.

SYSTEMATISATION DU CORTEX CEREBRAL

On peut distinguer dans chaque hémisphère cérébral quatre lobes.

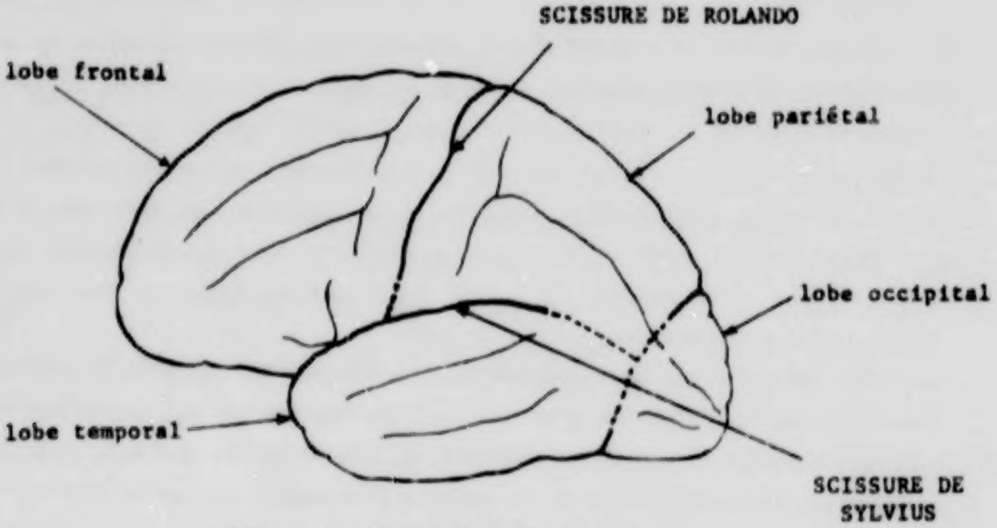


Figure 4: Les lobes du cerveau

Identifie les aires corticales indiquées par une flèche.

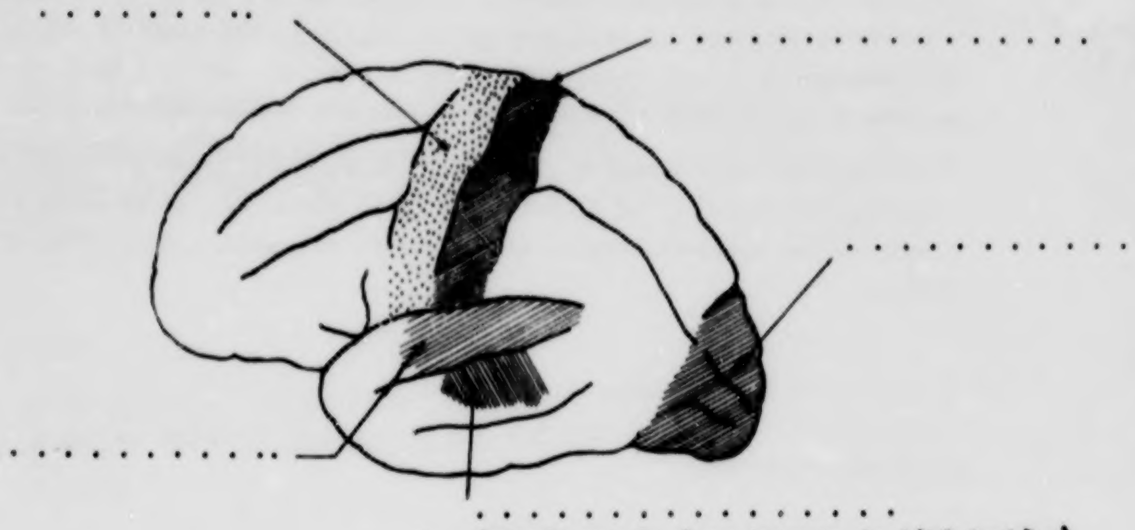


Figure 5: Les principales aires corticales

QUESTIONS - RESUME

1) A quelle aire parviennent les influx nerveux empruntant les voies spino-thalamique et de Goll et Burdach ?

. . . .

2) Si ton aire olfactive et gustative était détruite accidentellement, mangerais-tu avec autant d'appétit ? . . . . Pourquoi ?

. . . .

. . . .

. . . .

3) Qu'arriverait-il si on stimulait directement les neurones de ton aire motrice ? . . . .

. . . .

. . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

4) Chez certains malades on procède à une opération appelée lobotomie qui consiste à enlever une partie du lobe frontal. Quelles sont les conséquences possibles, d'après toi, de cette opération sur un individu ?

. . . .

. . . .

. . . .

5) Si on isolait, de façon artificielle, ton aire visuelle de ton aire psycho-visuelle, cela te causerait-il des problèmes ? . . . .
Pourquoi ? . . . .

. . . .

. . . .

6) Qu'est-ce qui se passe, au niveau du cortex cérébral d'un enfant, lorsqu'il apprend à dire "maman" en voyant sa mère ?

. . . .

. . . .

. . . .

On admet de plus en plus qu'il y a une asymétrie fonctionnelle entre les deux hémisphères cérébraux droit et gauche. C'est notamment par l'observation des signes cliniques de lésions cérébrales qu'on est parvenu à attribuer aux deux parties du cerveau des champs d'activités particuliers.

Ainsi l'hémisphère gauche est habile au maniement et à la compréhension de la parole; c'est l'hémisphère de l'abstraction et de la rationalisation, voilà sans doute pourquoi on l'a qualifié de dominant. Cet hémisphère serait associé à la pensée logique, rationnelle et scientifique de la culture occidentale.

L'hémisphère droit serait associé à l'intuition, il saisit les formes et les sons dans leur globalité avec une coloration affective; il conviendrait au style de vie de l'orient mystique.

Juristes et scientifiques auraient un cerveau gauche plus actif que le droit alors que poètes et artistes travailleraient avec leur droit.

Cette distinction fonctionnelle entre les deux hémisphères n'est cependant pas acceptée de façon nette par tous les neurobiologistes; il faut comprendre qu'il s'agit d'une hypothèse que certaines observations ont permis d'élaborer.

RETOURNE A L'ECOUTE.

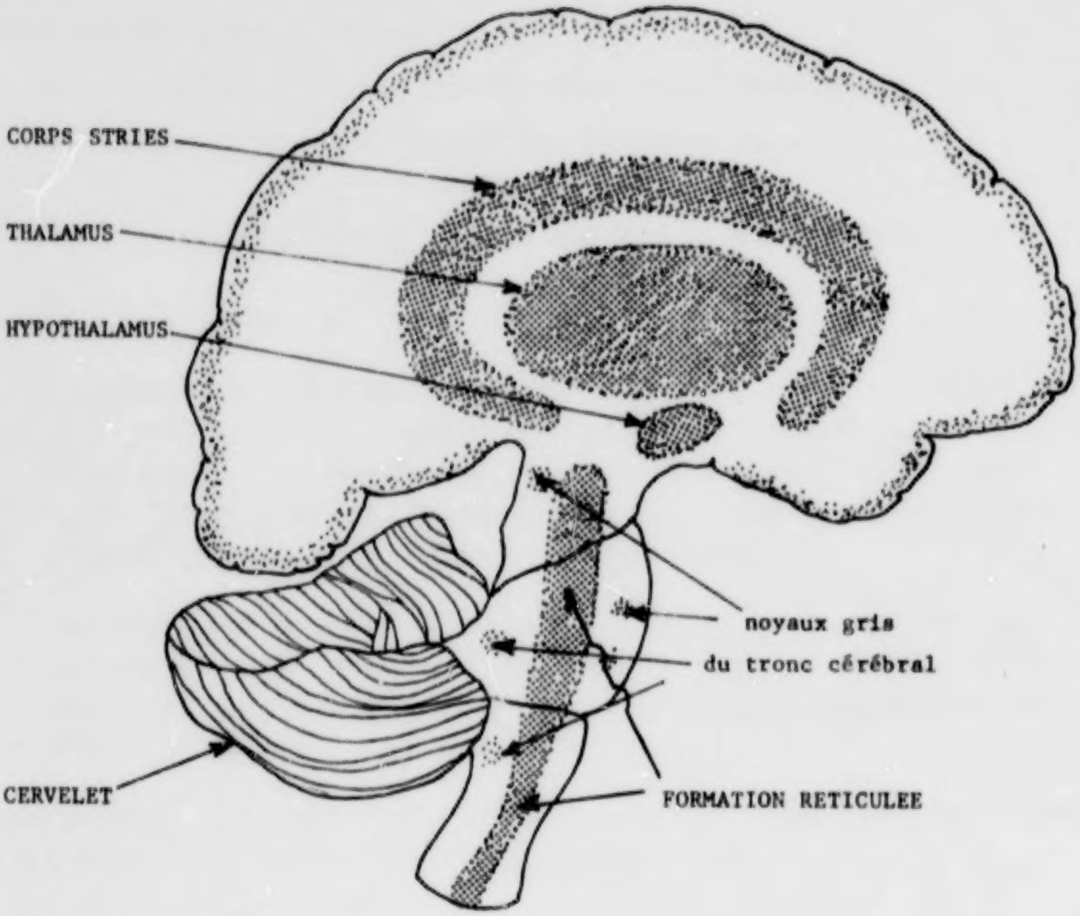


Figure 6: La substance grise extra-corticale

<u>ETAPE 3</u> : <u>LA SUBSTANCE GRISE EXTRACORTICALE</u>

Dans les hémisphères cérébraux :

Le THALAMUS est le grand relais de la vie sensitive;

Les CORPS STRIES sont sur la voie motrice, réglant les mouvements automatiques;

L'HYPOTHALAMUS est le grand centre de la vie végétative.

Dans le tronc cérébral :

La FORMATION RETICULEE est constituée d'assemblages diffus de neurones. Cette formation est responsable des divers degrés de vigilance du système nerveux, intervenant alors sur la voie sensitive; elle agit aussi sur l'expression des réflexes médullaires les renforçant ou les inhibant; cette intervention se fait alors sur la voie motrice.

Les noyaux gris du tronc cérébral sont nombreux et constituent des centres inférieurs susceptibles d'être commandés ou influencés par des centres supérieurs. Par exemple, les centres cardiaque et respiratoire sont sous la dépendance de l'hypothalamus.

Le CERVELET a comme rôle principal d'assurer la coordination inconsciente des mouvements, qu'ils soient volontaires ou automatiques.

RETOURNE A L'ECOUTE.

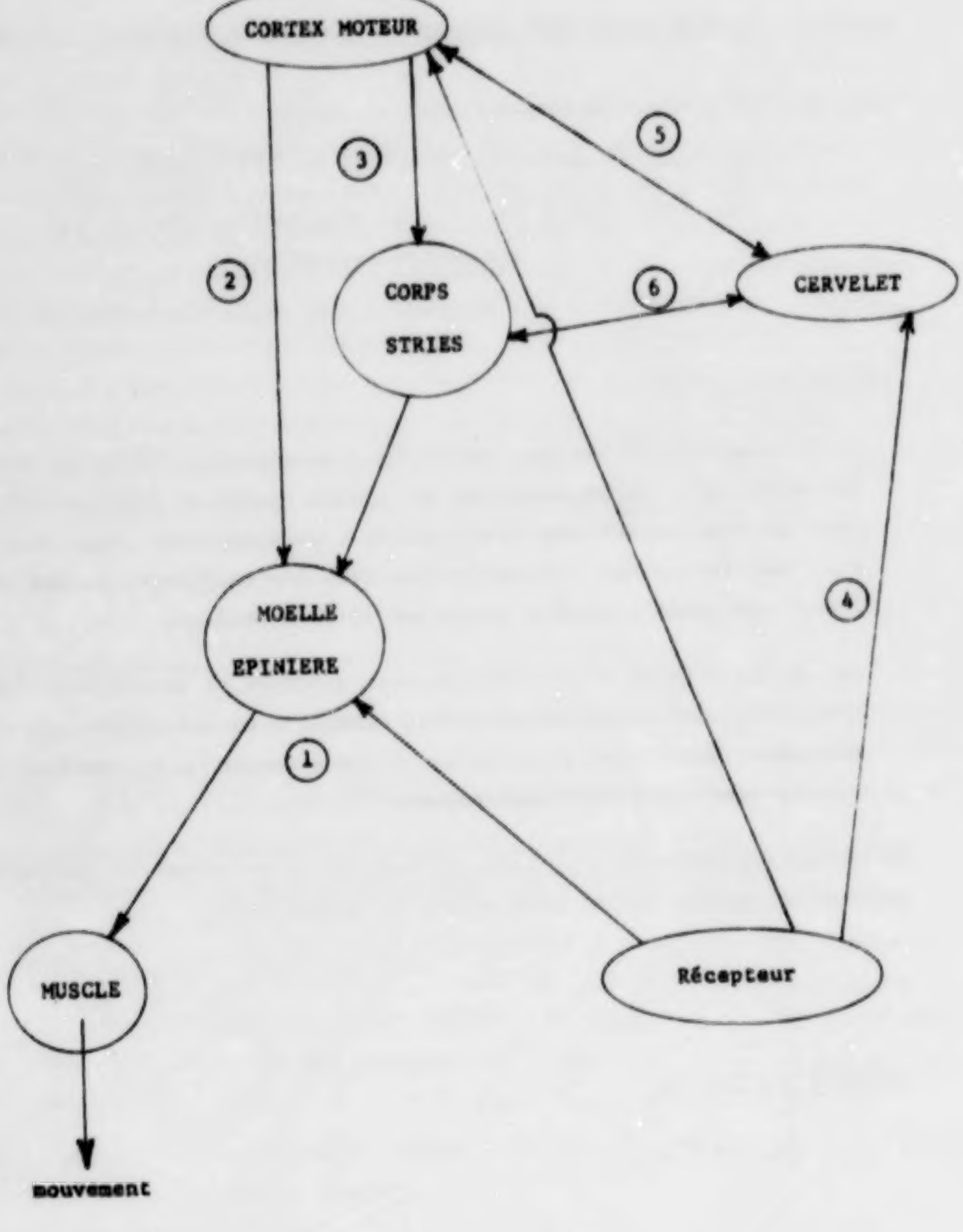


Figure 7 : Schéma général du système moteur

ETAPE 4 : L'ACTIVITE MOTRICE

Parler, écrire, marcher sont des activités motrices qui nécessitent la contraction de muscles **squelettiques innervés par des fibres motrices.** Aucun mouvement courant n'est simple dans son exécution si on considère la somme des activités de chaque muscle impliqué dans ce mouvement : allonger le bras et saisir un objet suppose l'action de muscles extenseurs et fléchisseurs des doigts, de la main, du bras et de l'épaule; à la composante volontaire de ce mouvement s'ajoute un "programme" d'exécution complexe qui se déroule de façon automatique. Il est quelquefois difficile de dissocier la composante volontaire de la composante automatique du mouvement. De plus, certaines parties du mouvement sont réflexes. Il est cependant possible d'établir un schéma général du système moteur.

RETOURNE A L'ECOUTE.

Les centres nerveux impliqués dans l'activité motrice

Le cortex moteur : Lieu d'origine des influx moteurs assurant les mouvements fins et précis, surtout ceux des doigts.

Les corps striés : Ils ont un rôle déterminant à jouer dans les mouvements automatiques; ils entrent en contact avec le cortex cérébral pour recevoir l'ordre qui déclenche l'exécution de la suite de mouvements complexes comme la marche, la course, le développement des postures corporelles.

Le cervelet : Le cervelet permet aux différents mouvements de se faire dans l'harmonie.

Cette coordination se fait sentir continuellement tant sur les actions musculaires volontaires que sur les actions involontaires et inconscientes.

Lors d'un mouvement volontaire d'un bras, d'une jambe ou de toute autre partie du corps, le cervelet va agir sur le cortex cérébral pour doser la quantité d'influx moteurs que ce cortex va envoyer aux muscles afin que le mouvement ne dépasse pas le point prévu. Pour ce faire, il doit continuellement tenir compte des informations qu'il reçoit des propriocepteurs qui le renseignent sur la position du membre et le degré de contraction des muscles. Le cervelet ajuste son activité selon les feedback qu'il reçoit.

Toutes les activités qui comportent une série d'actions musculaires devant se produire dans une séquence déterminée comme la marche, l'écriture ou la parole sont coordonnées par le cervelet. Dans ce cas, ce dernier peut prédire, parce qu'il a été programmé en ce sens par l'expérience, les mouvements qui vont suivre et ainsi ajuster chaque mouvement en fonction du suivant. Pour se tenir en équilibre, toute une série de muscles doivent se contracter (muscles des jambes, du dos et de la nuque). Ces contractions doivent être bien coordonnées pour que leur intensité ne soit ni trop forte ni trop faible. Ce travail de coordination appartient encore au cervelet.

Si le cervelet devient incapable d'assurer ce travail de coordination, un état pathologique appelé ATAXIE apparaît; la démarche de l'individu ataxique est perturbée et titubante, le moindre mouvement précis est difficile. L'intelligence et la volonté de ces malades ne sont nullement affectées, mais ils ne peuvent exécuter correctement ce que leur cortex moteur a décidé.

<u>Le contrôle des mouvements précis</u>.

La plupart des mouvements précis que peut exécuter l'être humain sont le résultat d'un apprentissage et ces mouvements affectent souvent des muscles isolés.

L'enfant qui apprend à écrire exécute avec sa main des mouvements lents bien détachés les uns des autres : déplacer le crayon vers le haut, vers le bas, vers la droite, vers la gauche, chaque déplacement est volontaire. A chaque exécution d'un mouvement, le système sensitif apprécie le résultat.

Après répétition des mêmes gestes, l'habileté s'accroît et l'enfant peut accélérer la succession des gestes : à chaque "appel" de lettre, la suite des déplacements pour l'écrire se développe sans hésitation, il s'est développé un "modèle" d'activité motrice.

Des zones imprécises du cortex cérébral emmagasinent ces modèles de mouvements précis : écrire, parler, actionner une machine, contrôler les mouvements oculaires pendant ces actions. Ces zones constituent le CORTEX PREMOTEUR.

Une fois averti de l'intention d'écrire ou de parler, le cortex prémoteur déclenche la série de mouvements concernés en passant par le cortex moteur, et la moelle épinière , avec l'aide des corps striés pour assurer l'automation des contractions musculaires et du cervelet pour leur coordination.

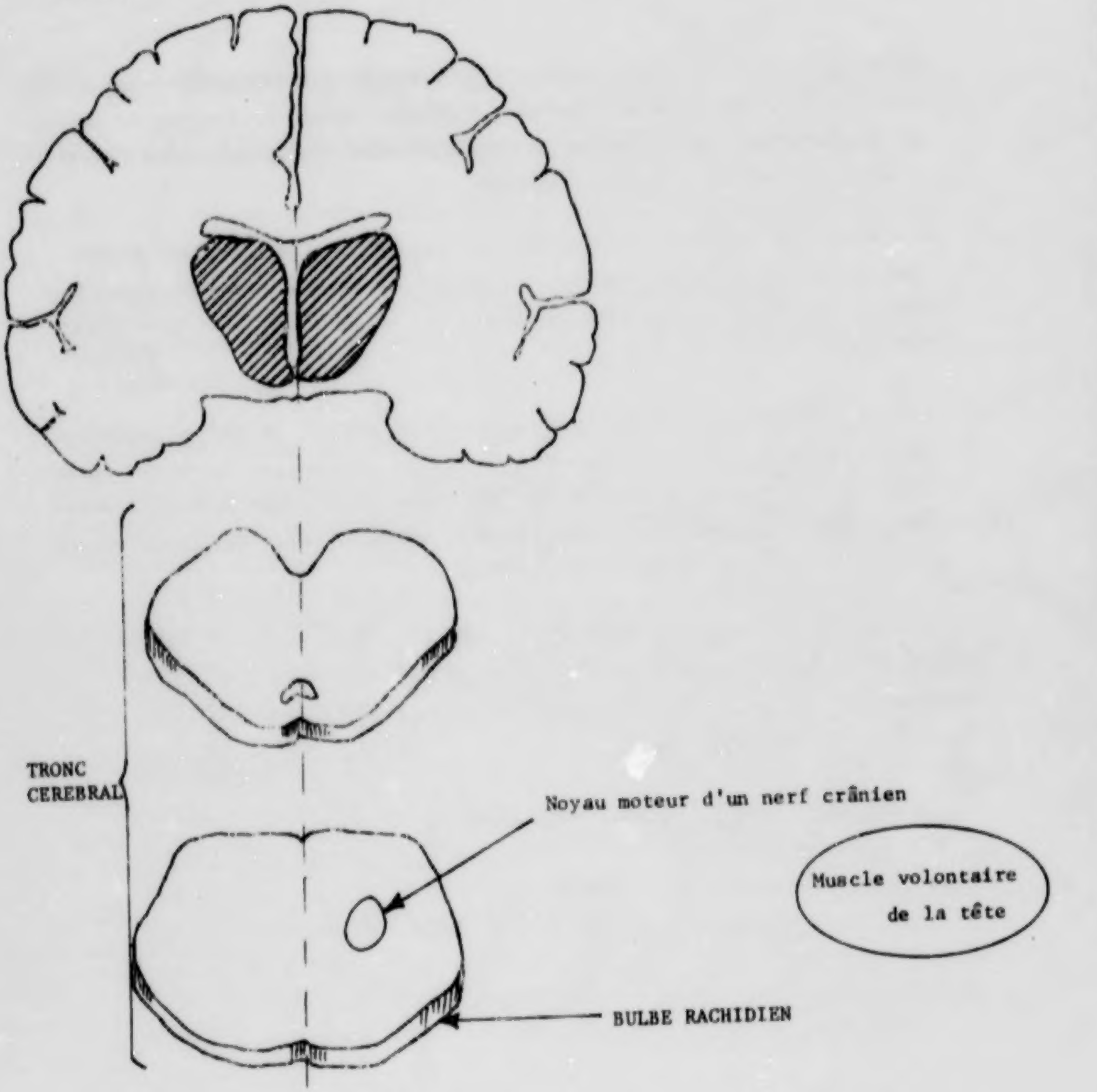


Figure 8: Voies de la motricité volontaire

ETAPE 5 : LES GRANDES VOIES MOTRICES

A) Voies de la motricité volontaire.

Il s'agit des mouvements précis exécutés à partir d'ordres directs provenant du cortex moteur.

Les voies de la motricité volontaire sont au nombre de 3.

Dessine (au crayon-mine) le trajet de chacune sur la figure 8 à l'aide des descriptions qui suivent:

1. Voie pyramidale directe :

-les influx partent d'un corps cellulaire du cortex cérébral (de l'aire motrice). L'axone de ce corps cellulaire descend dans le tronc cérébral, continue dans la moelle au niveau du faisceau pyramidal direct, traverse de l'autre côté de la moelle et fait synapse dans la corne antérieure du côté opposé. L'axone du deuxième neurone (qui est un neurone moteur) s'engage dans la racine antérieure du nerf rachidien et atteint finalement son effecteur (muscle squelettique du tronc ou des membres).

2. Voie pyramidale croisée :

-le trajet est ici sensiblement le même que pour la voie pyramidale directe, sauf que l'axone en provenance du cortex cérébral croise la ligne médiane au niveau du bulbe rachidien pour descendre dans le faisceau pyramidal croisé situé du côté opposé à son point de départ. L'axone fait ensuite synapse avec un neurone moteur dans la corne antérieure de la moelle. L'axone de ce neurone moteur quitte la moelle par la racine antérieure d'un nerf rachidien et atteint un effecteur.

3. Voie géniculée :

-un axone part, comme précédemment, d'un corps cellulaire situé dans l'aire motrice du cortex cérébral. Cet axone descend et traverse la ligne médiane au niveau du tronc cérébral pour atteindre un noyau moteur d'un nerf crânien et y faire synapse. L'axone du deuxième neurone part de ce noyau, quitte le tronc cérébral par un nerf crânien et atteint un muscle volontaire de la tête.

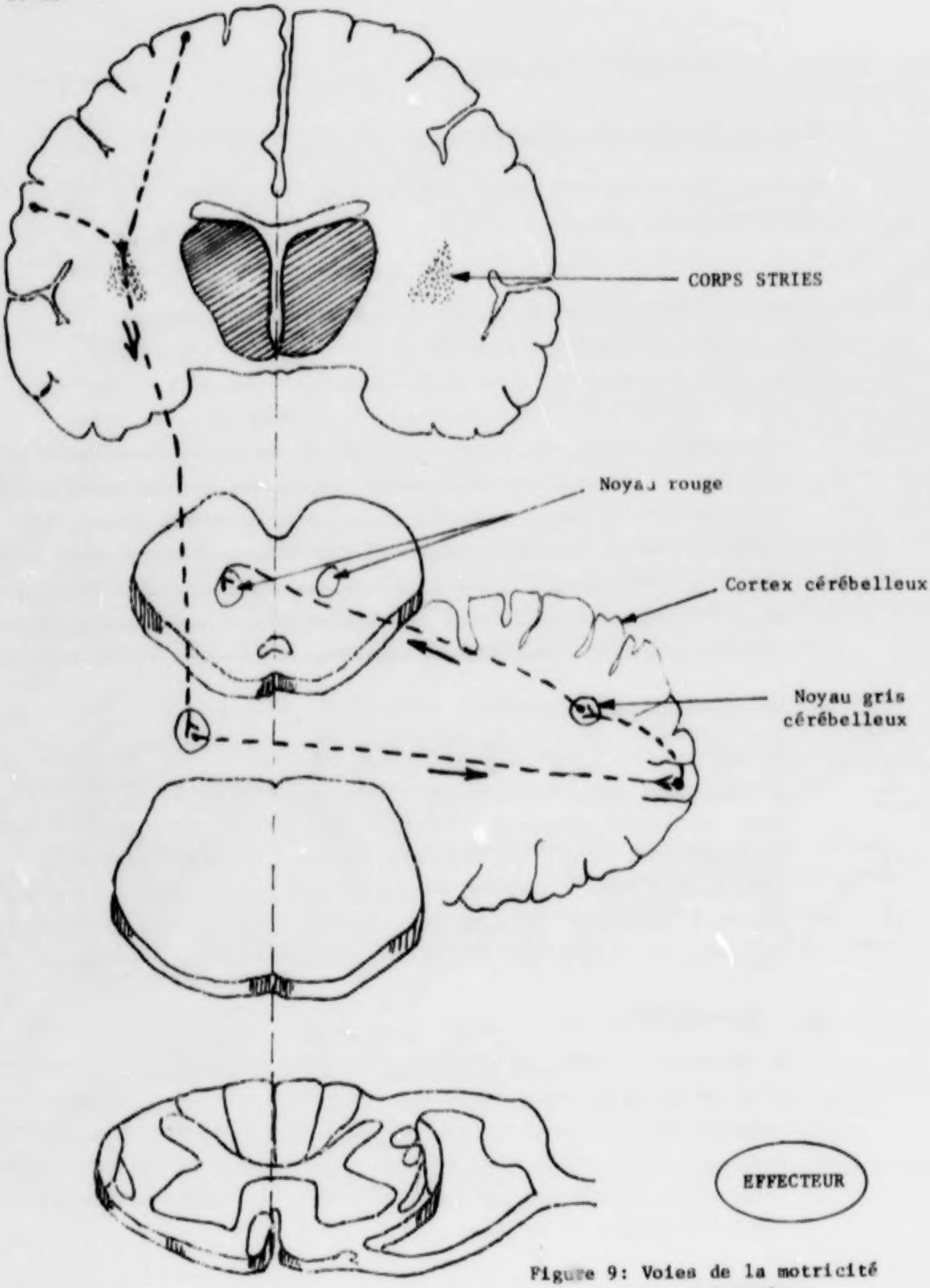


Figure 9: Voies de la motricité automatique

Remarques :

1. Les deux faisceaux pyramidaux assurent la motricité volontaire des membres du tronc.

2. Le faisceau géniculé assure la motricité volontaire des muscles de la tête et du cou.

3. Tous les influx moteurs originant de l'hémisphère gauche atteignent des effecteurs du côté droit du corps, et vice-versa.

   C'est ainsi qu'une lésion cérébrale localisée à droite cause une paralysie (hémiplégie) du côté gauche.

B) Voies de la motricité automatique.

Les voies de la motricité automatique sont celles qui assurent la composante non-volontaire de tous les mouvements. L'ensemble de ces voies est très complexe à cause des nombreux centres qui interviennent pour régulariser ces mouvements : corps striés, cervelet, cortex cérébral, etc.

Nous ne décrirons ici qu'une de ces voies, à titre d'exemple : la voie rubro-spinale. Le noyau rouge (rubrum : rouge) est localisé dans la pédoncule cérébral (2) et reçoit des influx de centres supérieurs avant de donner naissance au faisceau rubro-spinal qui descend dans la moelle.

Sur la figure 9 , les traits en pointillés représentent la première portion de cette voie : le cortex moteur ordonne une série de mouvements que connaissent les corps striés, le cervelet coordonne les mouvements à faire et le noyau rouge nanti de ces indications envoie des influx moteurs à la moelle.

Dessine la seconde portion de cette voie à l'aide de la description qui suit:

-à partir du noyau rouge, dessine un axone qui croise (traverse la ligne médiane) au point de départ, descend dans le tronc cérébral puis dans le faisceau rubro-spinal et fait synapse dans la corne antérieure du même côté. L'axone du neurone moteur quitte la moelle pour atteindre l'effecteur.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 6 : LA FORMATION RETICULEE ET SON ROLE ACTIVATEUR

Le cerveau reçoit continuellement une quantité phénoménale d'informations qui ne peuvent toutes parvenir au niveau conscient : le cortex ne peut fixer son attention que sur un phénomène à la fois. Il faut disposer de façon inconsciente des renseignements qui peuvent être traités dans des centres nerveux **inférieurs.**

La formation réticulée du tronc cérébral est chargée de faire une sélection parmi les influx sensitifs qui parviennent à l'encéphale : les influx puissants (explosion) ou intéressants (émission préférée) passeront au niveau conscient alors que ceux qui ne réclament pas d'attention seront déviés (bruit de circulation, musique de fond, contact des vêtements, etc.). La formation **réticulée** ne fait pas de choix parmi les informations : c'est l'intensité de la stimulation qui l'active ou l'activité cérébrale elle-même qui la "programme" de façon à ce qu'elle laisse passer au niveau conscient ce que l'individu aime ou ce qui l'intéresse. Chacun entendra son nom dans le brouhaha d'une pièce; des amoureux ne verront pas ceux qui les entourent; un fanatique du hockey télévisé n'entendra pas le téléphone.

Il est heureux qu'une telle sélection des informations s'opère avant l'arrivée des influx au cortex cérébral, car celui-ci n'arriverait jamais à traiter un tel flot de renseignements.

Les divers degrés de vigilance

1. Etat de veille.

   La formation réticulée maintient donc le cerveau éveillé; elle-même est stimulée par les influx sensitifs et aussi par l'activité propre du cerveau. Pour rester éveillé, il suffit de s'entourer de stimuli suffisamment puissants (lumière, bruit) ou de réfléchir de façon assez intense. Penser **tout seul peut** nous garder éveillé tard dans la nuit.

2. Le sommeil.

Les vertus relaxantes du sommeil sont indiscutables; un repos de l'organisme en général et du système nerveux en particulier est nécessaire. La privation prolongée de sommeil peut amener des troubles graves de façon indirecte, troubles digestifs, pertes d'appétit, etc.

Dès que l'agitation sensitive et mentale qui assaille la formation réticulée cesse, celle-ci arrête de stimuler le cortex, et c'est le sommeil qui vient. Les barbituriques diminuent aussi l'activité de la formation réticulée, alors que les amphétamines l'augmentent.

Le cerveau endormi n'est cependant pas inactif; certaines régions sont même plus actives qu'à l'état de veille.

C'est par l'électroencéphalogramme (EEG) qu'on peut estimer l'activité cérébrale dans les différents niveaux de vigilance.

Normalement, nous passons 75% de notre sommeil de nuit dans un état de profonde relaxation pendant lequel le corps récupère physiologiquement. Les rêves sont rares pendant cette période. Les ondes cérébrales de l'EEG sont lentes.

Les "vrais" rêves pleins de fantaisie se produisent pendant les 25% qui restent, dans un état de sommeil appelé REM (rapid-eye movement). On a constaté en effet que pendant ces périodes, les yeux bougent très rapidement derrière les paupières fermées. De plus, les ondes cérébrales de ce sommeil ressemblent à celles d'un cerveau éveillé et attentif témoignant d'une activité cérébrale intense; elles sont rapides. La température du cerveau et le flux sanguin cérébral augmentent.

Certains chercheurs croient que le sommeil REM est le moyen pour le cerveau de "faire le tri" et la classification des informations sensorielles dans les casiers de la mémoire neurale. Les bébés qui "apprennent" constamment dans leur nouveau monde passent une grande partie de leur sommeil en sommeil REM.

Le sommeil-relaxation et le sommeil-REM alternent plusieurs fois au cours d'une seule nuit (4 ou 5 cycles de 90 minutes). Le sujet qui glisse dans le sommeil passe 10 à 15 minutes dans le sommeil REM pour ensuite dormir profondément pendant 75 minutes sans rêves. Puis il revient au sommeil léger REM et ainsi de suite. Si on l'éveille pendant le REM, il se souvient de son rêve.

L'alternance du sommeil profond et du sommeil REM est caractéristique d'un individu. Elle peut varier avec l'âge, sous l'action de la fatigue, de l'alcool, de la maladie, de l'émotion et des drogues.

Quoi qu'il en soit, chacun a besoin de deux types de sommeil. Des sujets privés de sommeil REM deviennent anxieux et agités. On a découvert que certains médicaments pour dormir coupent le sommeil REM et produisent le même état d'anxiété.

De telles observations viendraient confirmer la théorie de Freud alléguant que les rêves sont une façon de nous libérer de la pression insistante de notre inconscient. Les rêves seraient les "amortisseurs" qui protègent notre santé mentale contre l'assaut des impressions désagréables auxquelles elle ne peut tenir tête.

RETOURNE A L'ECOUTE.

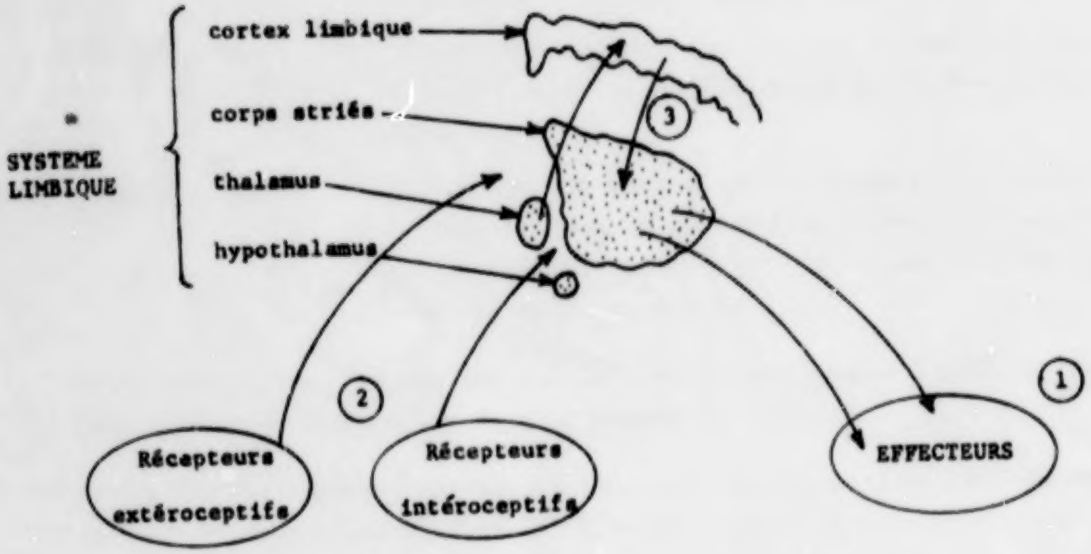


Figure 10 : Le comportement et le système limbique

Le comportement de l'individu est constitué de l'ensemble de ses réactions (1), soit aux stimulations que lui transmettent ses récepteurs extéroceptifs et intéroceptifs (2), soit aux motivations qui gouvernent sa conduite (origine corticale) (3).

ETAPE 7 : LE SYSTEME LIMBIQUE ET LE COMPORTEMENT

Le système limbique contrôle la plupart des aspects involontaires du comportement. Il est donc constitué des diverses structures nerveuses susceptibles d'intervenir dans le comportement :

le thalamus	:	c'est le carrefour des voies sensitives, le point de où convergent les impressions reçues de l'extérieur.
le cortex limbique	:	une zone du cortex cérébral mal délimitée conserve une information sur la qualité émotive des expériences antérieures : plaisir, douleur, etc.
les corps striés	:	relais essentiel pour la motricité automatique, ils affectent donc les manifestations spontanées du comportement.
l'hypothalamus	:	la majorité des signaux qui proviennent des structures précédentes passent par l'hypothalamus; les effets du comportement se feront ainsi sentir dans tous les systèmes de la vie végétative.

Le comportement est lié aux expériences antérieures reçues, modifié par l'état physiologique et affecté par la personnalité de l'individu.

La psychologie humaine n'est pas l'expression d'un ensemble de liaisons automatiques et prédéterminées entre telle stimulation et telle réaction comportementale. En effet, ce qu'on appelle la personnalité de l'organisme s'interpose en quelque sorte entre les stimulations dont il est l'objet et les réponses qui sont suscitées de sa part.

En d'autres termes, l'information reçue est comparée à un bagage d'expériences déjà vécues. A partir de cette synthèse s'élabore une activité comportementale dont l'intensité et la direction varie d'après la nature de cette synthèse.

C'est le système limbique qui, de façon importante, constitue la base neurophysiologique du comportement. Ses interrelations nombreuses avec le cortex cérébral et avec les voies sensitives et motrices justifient cette affirmation.

RETOURNE A L'ECOUTE.

10-28

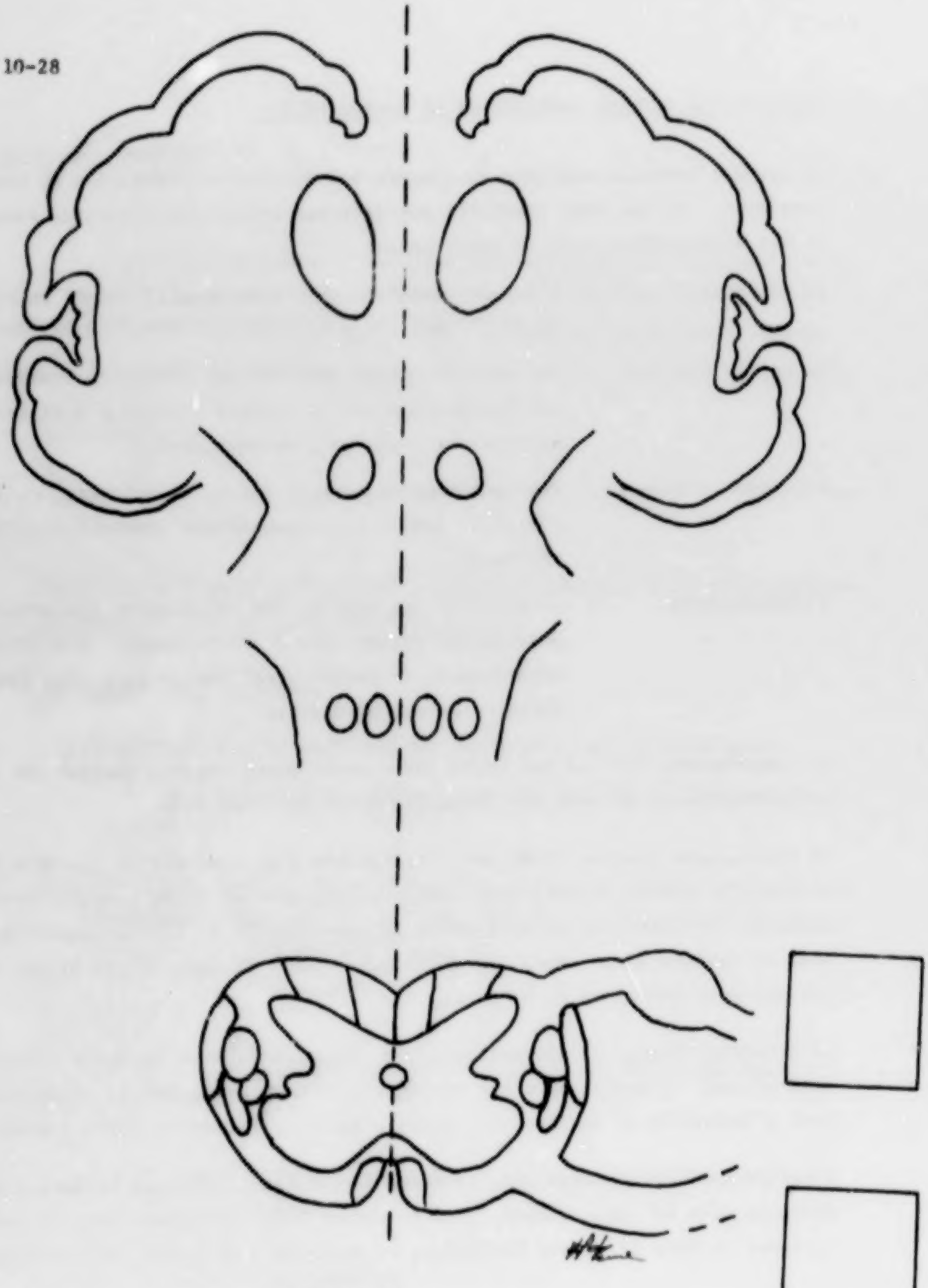


Figure 11

EXERCICE - SYNTHESE

Pour te permettre d'assimiler les connaissances acquises sur le fonctionnement du système nerveux, nous portons à ton attention quelques situations de la vie courante qui mettent en branle les circuits nerveux dont tu as étudié le trajet.

1. *Situation A :*

Empressé(e) d'allumer une cigarette entre deux cours, tu te brûles, par maladresse, les doigts.

Il en résulte un brusque retrait du bras accompagné d'une vive douleur. Ta douleur calmée, tu es invité(e) à :

A) Tracer sur le schéma 11

1. la voie courte empruntée par le réflexe neuro-musculaire;

2. la voie longue de la douleur jusqu'à son aire d'interprétation corticale.

B) Identifier, sur le schéma complété, toutes les structures nerveuses impliquées ainsi que les constituants des neurones utilisés depuis leur origine jusqu'à leur terminus.

C) Donner

1. le nom du ou des faisceaux véhiculant cet influx douloureux :

. . . .

2. le nombre de synapses présentes dans la chaîne neuronique du faisceau ascendant :

. . . .

3. le site de ces synapses : . . . .

. . . .

10-30

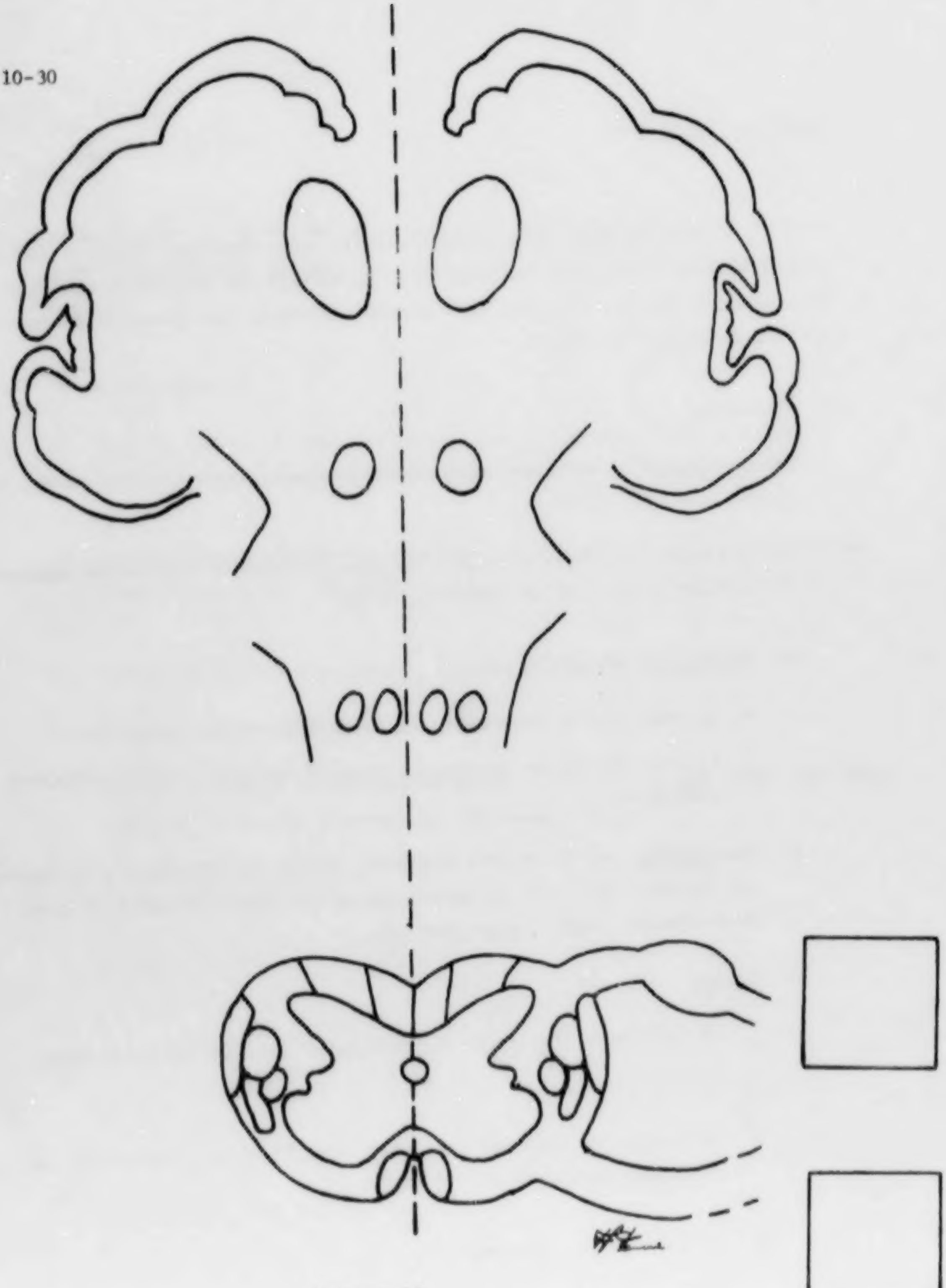


Figure 12

2. *Situation B :*

La manipulation de ton microscope et la mise au point finale de l'image microscopique exigent des mouvements musculaires, volontaires, précis.

Tu es invité(e) à :

A) Tracer, sur le schéma 12, toutes les voies empruntées par les influx nerveux depuis leur origine jusqu'aux effecteurs.

B) Identifier sur le schéma complété, toutes les structures impliquées dans les circuits formés et les constituants des neurones utilisés.

C) Nommer le ou les faisceau(x) véhiculant les influx nécessaires :

. . . .

Donner le nombre de synapses présentes dans la ou les chaîne(s) neuronique(s) du ou des faisceau(x) descendant(s) : . . . .

. . . .

Nommer les sites de ces synapses : . . . .

. . . .

10-32

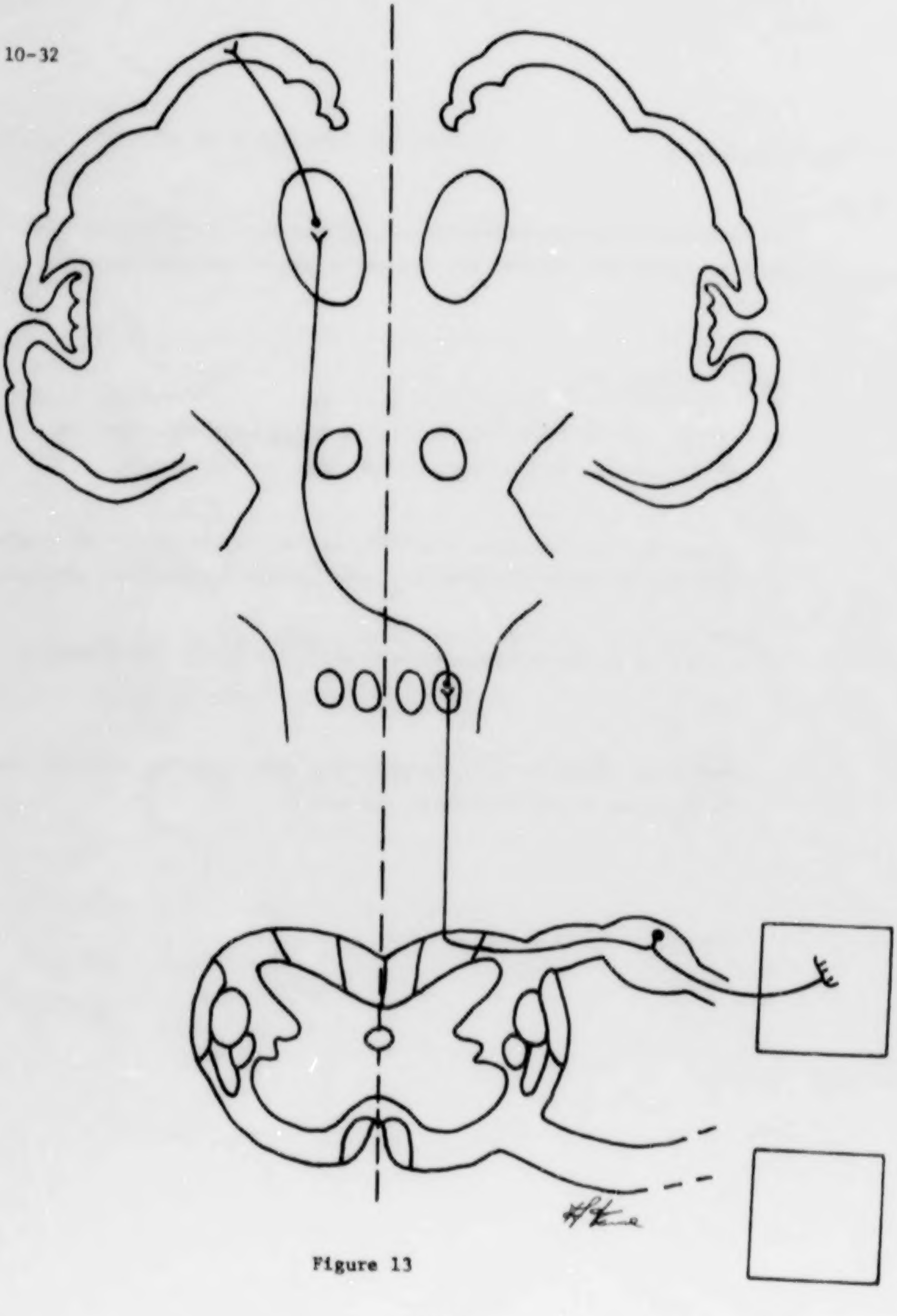


Figure 13

3. *La figure 13 représente une voie nerveuse.*

a) *Identifie la voie nerveuse représentée en précisant si elle est sensitive ou motrice.*

. . . .

b) *Quel type de motricité ou de sensibilité est véhiculée le long de cette voie ?*

. . . .

. . . .

c) *Quels sont les points d'origine et d'arrivée de cette voie ?*

Origine : . . . .

. . . .

Arrivée : . . . .

. . . .

d) *Identifie les relais où se font les synapses le long de cette voie.*

. . . .

. . . .

4. *Quelle est la structure nerveuse, parmi celles qui sont énumérées ci-dessous, qui correspond le mieux à chacune des descriptions fournies.*

cervelet	*système limbique*
faisceau rubro-spinal	*formation réticulée*
faisceau cérébelleux	*aire corticale visuelle*
hypothalamus	*cortex moteur de l'hémisphère droit*

. . . . *affecte de façon générale le comportement de l'individu, intégrant les sensations perçues, les émotions ressenties et les expériences antérieures.*

. . . . *interprète les images rétiniennes.*

. . . . *véhicule vers l'encéphale les informations sur la position relative des membres sans que l'individu en soit conscient.*

. . . .: *sa lésion paralyse les muscles du côté gauche du corps.*

. . . . *véhicule vers les muscles squelettiques les influx moteurs assurant les mouvements de la marche ou de l'écriture.*

. . . . *est considéré comme le grand centre nerveux des fonctions végétatives.*

. . . . *opère une sélection des influx sensitifs susceptibles de parvenir au cortex cérébral, accordant la préférence aux informations utiles ou impérieuses.*

. . . . *assure à nos mouvements volontaires et automatiques une coordination qui conditionne leur efficacité et leur confère une certaine élégance.*

Mini-cours 11

ENDOCRINOLOGIE I

MORPHOLOGIE ET HISTOLOGIE DES GLANDES ENDOCRINES

Mini-cours 11

ENDOCRINOLOGIE I

MORPHOLOGIE ET HISTOLOGIE DES GLANDES ENDOCRINES

Objectifs de comportement

A la fin de ce mini-cours tu dois être capable de :

1) Définir les termes suivants : système endocrinien, glande endocrine, glande exocrine, hormone, effecteur.
2) Donner les fonctions et les caractéristiques d'action des hormones.
3) Donner la différence entre glande endocrine et glande exocrine.
4) Localiser, chez le rat, les glandes suivantes : thyroïde, pancréas, glandes surrénales, testicule, ovaire.
5) Comparer les glandes endocrines de l'homme et du rat.
6) Pouvoir localiser sur un schéma les glandes endocrines de l'Homme.
7) Identifier au microscope ou sur une microphotographie ou un dessin d'une coupe de testicule, les tubules séminifères, les cellules interstitielles, les cellules en train de subir la méiose et les spermatozoïdes.
8) Identifier au microscope ou sur une microphotographie ou un dessin d'une coupe d'un ovaire, un follicule en formation, un follicule de De Graaf mûr, un ovocyte, les cellules de la corona radiata, un corps jaune et les thèques.
9) Identifier au microscope ou sur une microphotographie ou un dessin d'une coupe de la thyroïde, les cellules folliculaires, les follicules thyroïdiens et la substance colloïde.
10) Identifier au microscope ou sur une microphotographie ou un dessin d'une coupe du pancréas, les îlôts de Langerhans, les acini, le tissu conjonctif et les vaisseaux sanguins.
11) Enumérer les hormones produites par chacune des glandes endocrines observées au microscope.

INTRODUCTION

Le système nerveux et le système endocrinien travaillent de concert à l'harmonie des fonctions de l'organisme. Alors que l'action du système nerveux est rapide et brève, celle du système endocrinien,plus lente à se produire, dure aussi pluslongtemps. Nous avons besoin de ce double contrôle qui,à chaque situation nouvelle, sait adapter une réponse qui soit efficace.

Le système endocrinien est anatomiquement constitué de cellules ou de groupes de cellules qu'on appelle glandes car elles produisent des sécrétions. Ces glandes sont situées à divers endroits du corps; leurs formes sont très différentes et leurs cellules ont des métabolismes différents qui produisent plusieurs types d'hormones dont le rôle est pour chacune spécifique.

Ce premier mini-cours sur l'endocrinologie localise les glandes endocrines chez l'homme et chez le rat et il étudie l'histologie de quatre de ces glandes.

Partie 1

ETAPE 1 : NOTIONS DE GLANDE ENDOCRINE ET D'HORMONE

Le système endocrinien ou hormonal constitue pour l'organisme un système essentiel de communication et d'adaptation aux variations internes et externes, aussi important que le système nerveux; ici ce sont les hormones, véhiculées par le sang, qui servent de messagers auprès des cellules.

Au cours des dernières années, les chercheurs en sont venus à l'évidence que le système endocrinien et le système nerveux fonctionnent comme un seul système : le système nerveux, par l'hypothalamus plus particulièrement, joue un rôle crucial en contrôlant la sécrétion des hormones et à l'inverse, les hormones modifient de façon marquée le fonctionnement nerveux.

Ces interrelations constituent même un nouveau champ d'études et de recherches appelé neuroendocrinologie.

Les hormones.

1. Définition :

On appelle hormone une substance chimique synthétisée par un organe ou un tissu spécifique et sécrétée dans le sang qui la transporte aux divers endroits de l'organisme où l'hormone peut exercer son action.

2. Fonctions :

Les hormones servent aux contrôles et à l'intégration de nombreuses fonctions corporelles; d'abord, tous les métabolismes (celui des glucides, des lipides, des protides et des sels minéraux), la croissance harmonieuse de l'individu, la fonction de reproduction, des activités et des états psychiques nombreux.

Un individu dont le système endocrinien ne fonctionnerait pas pourrait peut-être continuer à vivre mais cette survie serait très fragile et précaire, car un tel individu serait totalement incapable de s'adapter à quelque changement que ce soit survenant dans son milieu intérieur ou son environnement extérieur. De plus, ses capacités physiques et mentales seraient gravement perturbées. Sa survie exigerait les soins qu'on accorde à une plante en serre chaude.

3. Caractéristiques d'action :

Les hormones sont caractérisées par le fait qu'elles agissent à des concentrations très faibles (comme les vitamines).

De plus, les hormones n'ont presque pas de spécificité zoologique, c'est-à-dire que les hormones humaines diffèrent peu, chimiquement, de celles des animaux; souvent les hormones animales sont utilisées efficacement chez l'homme pour des traitements médicaux.

<u>Les glandes endocrines</u>.

Il ne faut pas confondre les glandes endocrines avec une autre catégorie de glandes, les glandes exocrines; alors que les glandes endocrines déversent leurs produits directement dans le sang sans l'intermédiaire d'un canal quelconque, les glandes exocrines déversent leurs produits à l'extérieur de l'organisme ou à l'intérieur du tube digestif et ceci par l'intermédiaire d'un canal.

Les principales glandes exocrines (avec leurs produits de sécrétion) sont: les glandes sébacées (sébum de la peau); les glandes sudoripares (sueur); les glandes lacrymales (larmes); glandes salivaires (salive); autres glandes digestives (sucs digestifs). Ces glandes exocrines n'ont rien à voir avec la coordination de l'organisme et ne sont donc pas un sujet d'étude dans ce mini-cours.

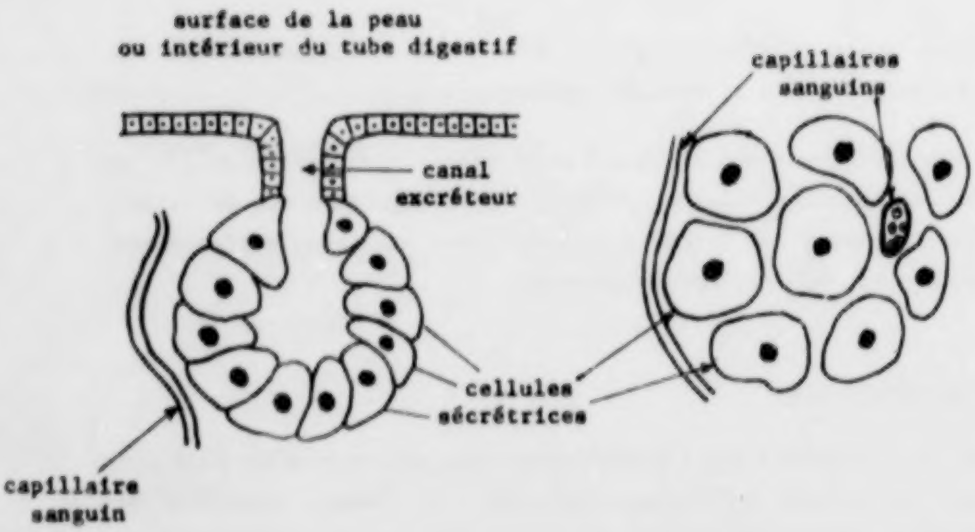


Figure 1 : Glande exocrine et glande endocrine

Les cellules glandulaires des glandes exocrines fabriquent des produits de sécrétion qui sont déversés dans un canal; les cellules glandulaires endocrines retournent leurs produits de sécrétion, i.e. les hormones dans le sang.

Les glandes endocrines fabriquent donc les hormones. Ces hormones sont déversées dans le sang et atteignent finalement, par la circulation sanguine, l'organe et/ou le tissu sur lequel ou lesquels elles agissent, cet organe ou ce tissu est nommé l'effecteur de l'hormone à laquelle il réagit.

Résume ici, les notions de base nécessaires à l'étude de l'endocrinologie.

Système endocrinien:

. . . .

. . . .

Glande endocrine :

. . . .

. . . .

Glande exocrine :

. . . .

. . . .

Hormone :

. . . .

. . . .

Effecteur :

. . . .

. . . .

Principales fonctions des hormones :

. . . .

. . . .

. . . .

Caractéristiques d'action des hormones :

. . . .

. . . .

. . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 2 : LOCALISATION DES GLANDES ENDOCRINES CHEZ LE RAT

Dessine chaque glande endocrine que tu as observée, et indique son nom de même que celui des structures adjacentes

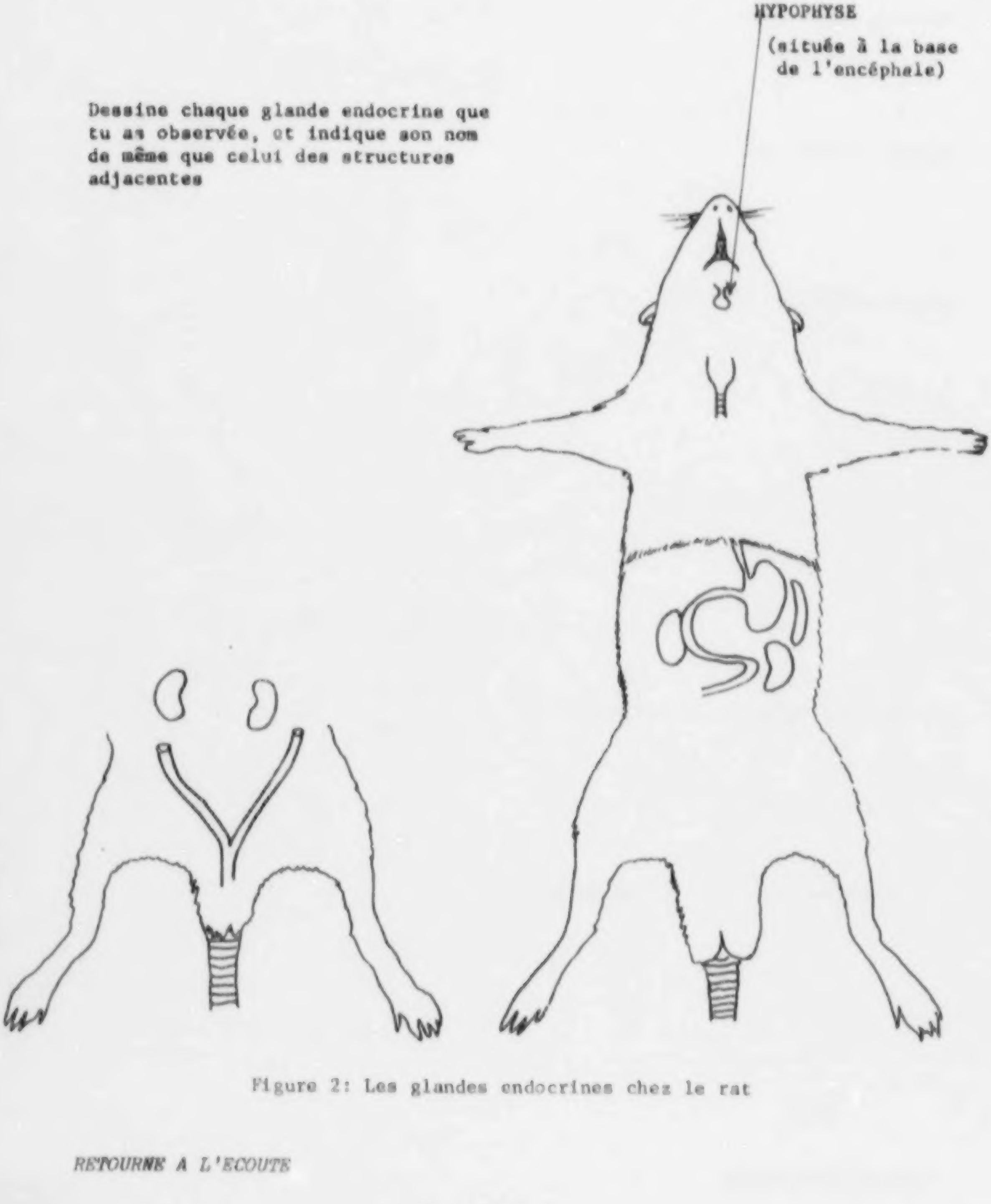


Figure 2: Les glandes endocrines chez le rat

RETOURNE A L'ECOUTE

Identifie les glandes indiquées

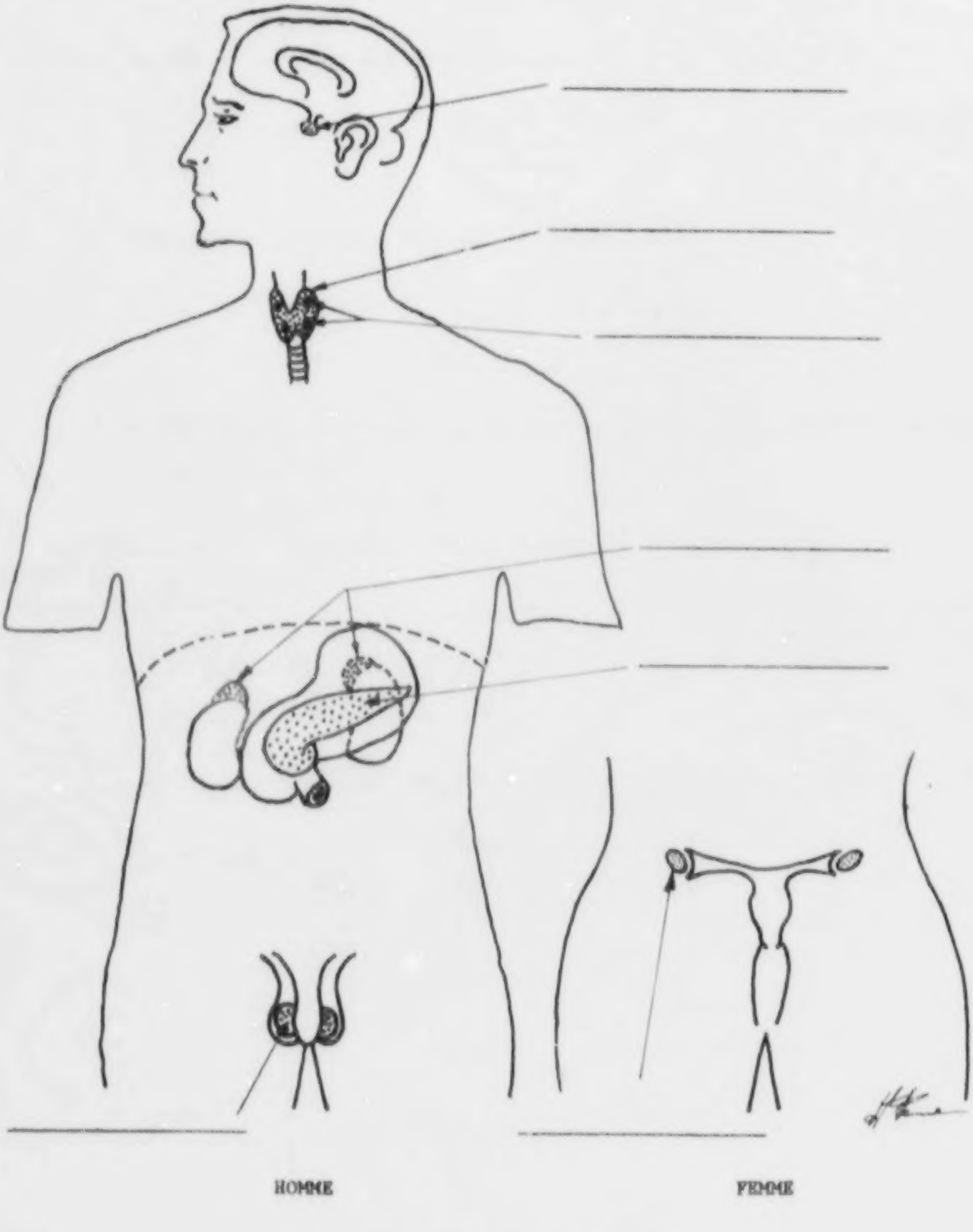


Figure 3 : Les glandes endocrines chez l'homme

ETAPE 3 : LES GLANDES ENDOCRINES CHEZ L'HOMME

a) Glandes à localiser sur la carte murale

hypophyse	glandes surrénales	parathyroïdes
glande thyroïde	ovaires	
pancréas	testicules	

b) Questions de comparaisons entre le rat et l'homme :

Quelle est la forme de la thyroïde chez l'homme ?

. . . .

Le pancréas de l'homme a-t-il la même forme et la même situation que celui du rat ? . . . .

La glande surrénale a-t-elle la même forme chez l'homme et le rat ?

. . . .

Est-elle aussi adhérente au rein chez l'un comme chez l'autre ?

. . . .

Où est située l'hypophyse chez l'homme et quelle forme a-t-elle ?

. . . .

. . . .

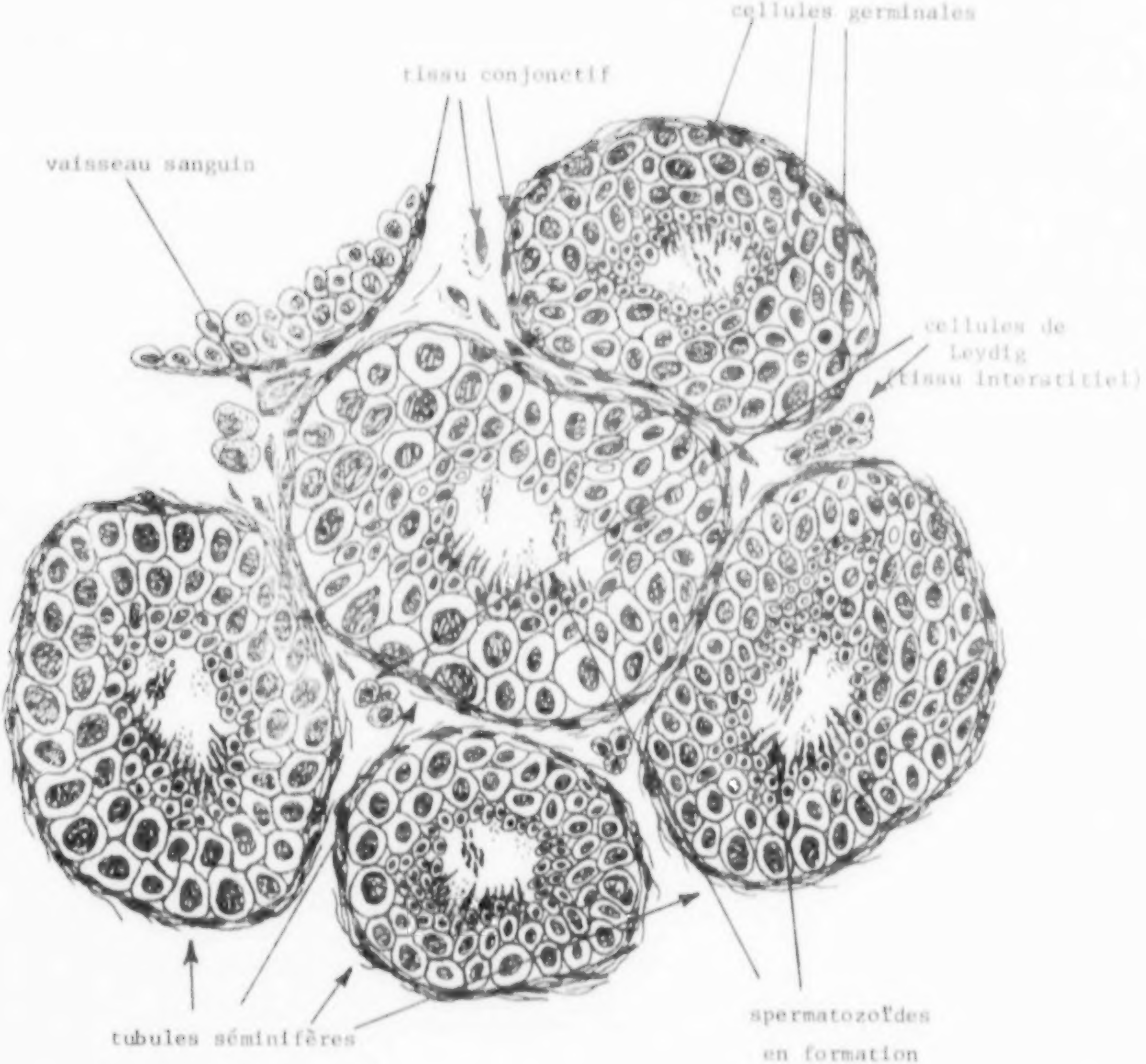


Figure 4: Histologie du testicule

Partie 2

ETAPE 4 : HISTOLOGIE DU TESTICULE

Histologiquement le testicule est constitué de deux sortes de tissus qui correspondent à deux fonctions différentes :

-les TUBULES SEMINIFERES dont la paroi est formée de plusieurs couches de cellules; ce sont ces cellules qui subissent la méiose pour devenir spermatozoïdes.

-le TISSU INTERSTITIEL constitué des cellules de Leydig; ce sont des cellules de forme plutôt arrondie, bien visibles entre les tubules séminifères. C'est cette partie du testicule qui est responsable de la sécrétion endocrine. L'hormone mâle fabriquée par ces cellules et déversée dans les capillaires sanguins est la TESTOSTERONE.

Compare ce schéma 4 avec les micrographies 1 et 2 du Cahier de Documents (CD 7).

Identifie les structures qui y sont indiquées et inscris leur nom aux numéros correspondants qui suivent :

1. . . . .

2. . . . .

3. . . . .

4. . . . .

L'hormone sexuelle mâle s'appelle : . . . .

Quel tissu ou cellules assurent la fonction hormonale du testicule :

. . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

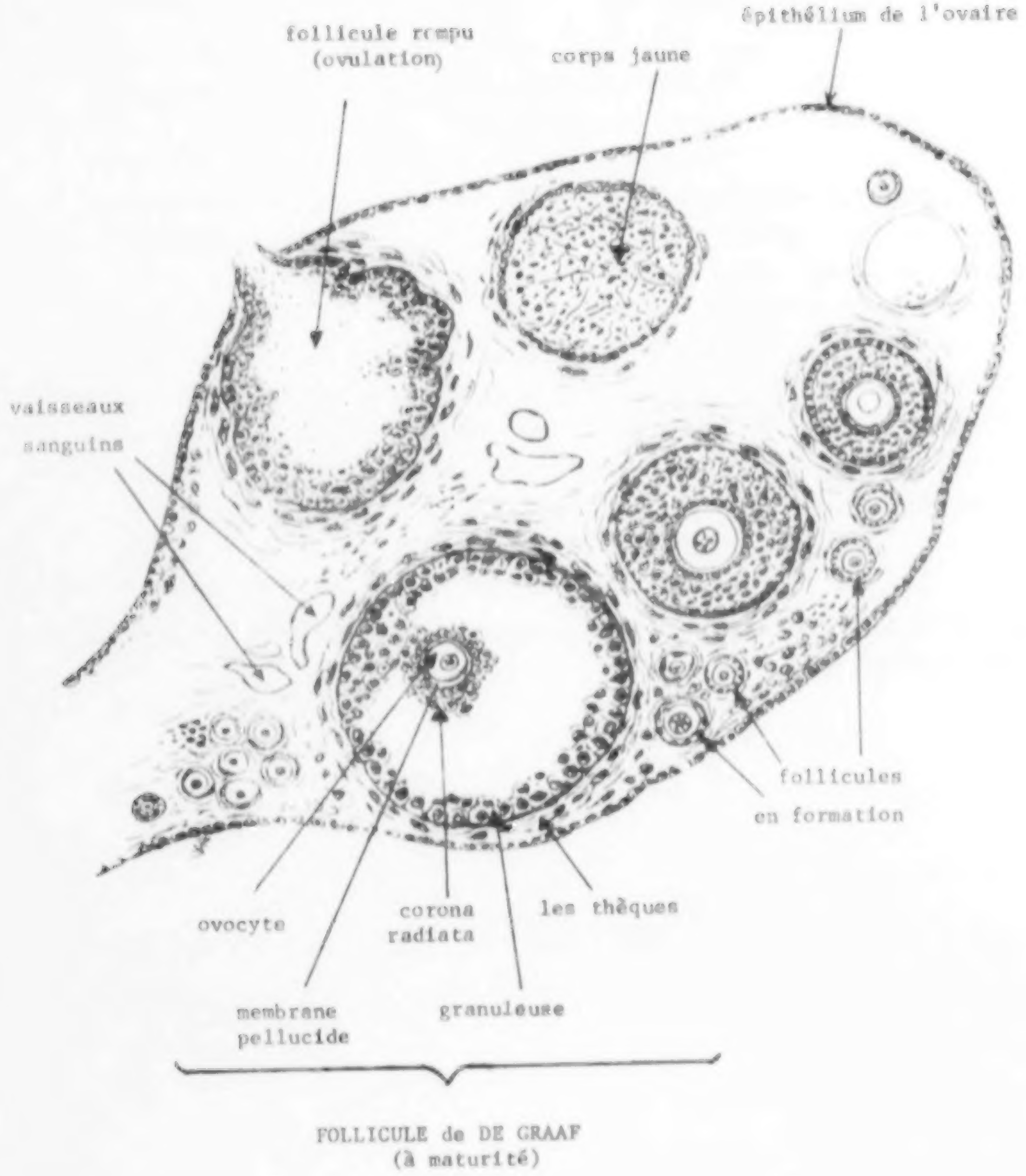


Figure 5: Histologie de l'ovaire

<u>ETAPE 5</u> : <u>HISTOLOGIE DE L'OVAIRE</u>

Sous l'épithélium de l'ovaire, se trouvent les structures histologiques qui assurent les deux fonctions de l'ovaire.

-les FOLLICULES OVARIENS à différents stades sont les structures à l'intérieur desquelles se fait la méiose; celle-ci produit un ovocyte ou futur ovule. A chaque cycle ovarien (28 jours chez la femme), un follicule arrive à maturité, éclate à la surface de l'ovaire et libère l'ovule qui entreprend sa migration vers l'utérus. La paroi du follicule, après sa rupture, se différencie en corps jaune.

-le TISSU ENDOCRINIEN de l'ovaire se retrouve dans les follicules en formation et dans le corps jaune.

Les thèques et la granuleuse des follicules en formation fabriquent des OESTROGENES. Les cellules du corps jaune fabriquent des OESTROGENES et de la PROGESTERONE.

Compare ce schéma 5 avec la micrographie 3 du Cahier de Documents (CD 9). Identifie les structures qui y sont indiquées et inscris leur nom aux numéros correspondants qui suivent :

1. . . . .

2. . . . .

3. . . . .

Les hormones sexuelles femelles sont . . . .

Où retrouve-t-on dans l'ovaire les cellules qui fabriquent les hormones sexuelles femelles ? . . . .

. . . .

. . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

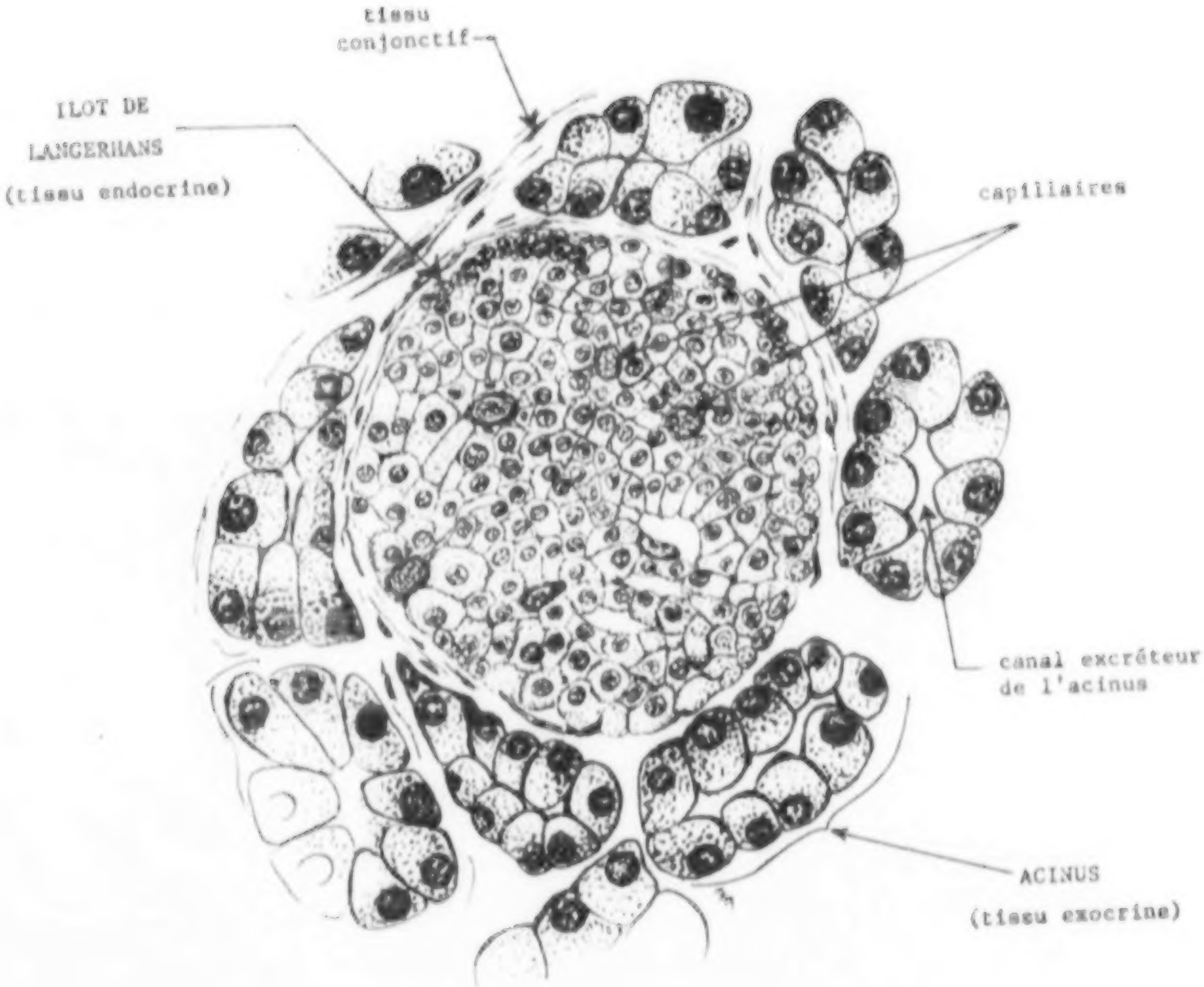


Figure 6 : Histologie du pancréas

ETAPE 6 : HISTOLOGIE DU PANCREAS

Les ILOTS DE LANGERHANS constituent la structure endocrine du pancréas. Les cellules de ces îlôts sécrètent deux types d'hormones, l'INSULINE (du latin insula, île) et le GLUCAGON. Ces hormones sont déversées directement dans les capillaires sanguins de l'ilôt.

Tout autour des ilôts de Langerhans, des cellules regroupées en grappes, les ACINI, sécrètent le suc pancréatique qui est déversé par les canaux excréteurs jusqu'au duodénum où il joue un rôle dans la digestion intestinale.

Ayant une fonction endocrine et exocrine, le pancréas est une glande dite mixte.

Compare ce schéma 6 aux micrographies 4 et 5 du Cahier de Documents (CD 10) identifie les structures qui y sont indiquées et inscris leur nom aux numéros correspondants qui suivent :

1. . . . .
2. . . . .
3. . . . .

Quel nom porte les structures qui constituent le pancréas endocrine ?

. . . .

Quelles sont les hormones fabriquées par le pancréas endocrine ?

. . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

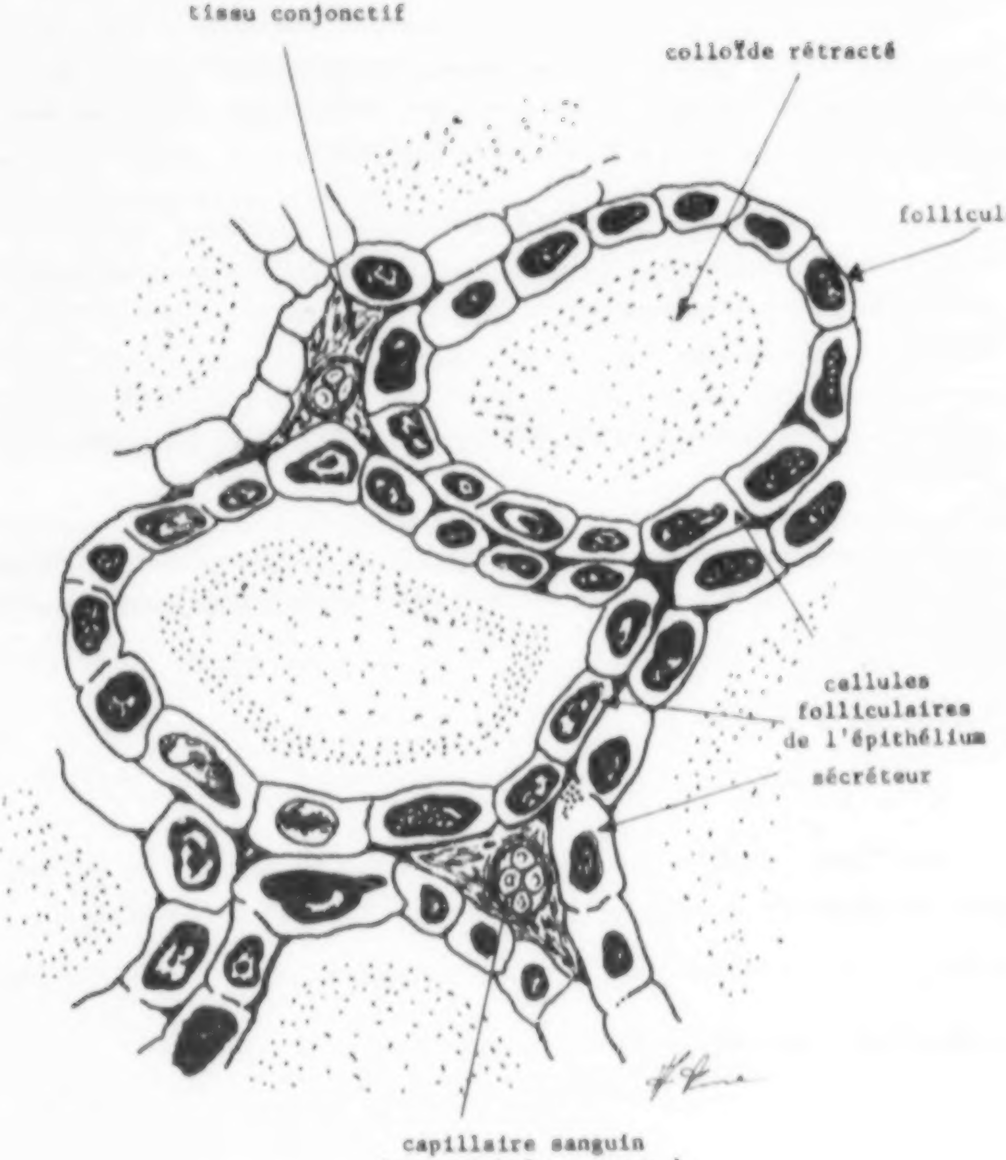


Figure 7 : Histologie de la thyroïde

ETAPE 7 : HISTOLOGIE DE LA THYROIDE

La thyroïde est constituée de nombreux follicules. La paroi de ces follicules est faite d'une couche de cellules (épithélium) qui sécrètent les hormones thyroïdiennes à l'intérieur même du follicule. La principale hormone thyroïdienne est la THYROXINE.

Le contenu liquide des follicules s'appelle le COLLOIDE.

Suivant les besoins de l'organisme, les hormones thyroïdiennes mises en réserve, traversent les cellules folliculaires qui les déversent dans les capillaires sanguins.

Compare ce schéma 7 avec les micrographies 6 et 7 du Cahier de Documents (CD 11) Identifie les structures qui y sont indiquées et inscris leur nom aux numéros correspondants qui suivent :

1. . . . .
2. . . . .
3. . . . .

Quel nom portent les cellules qui fabriquent les hormones thyroïdiennes ?

. . . .

Quel nom donne-t-on à la substance contenue dans les follicules thyroïdiens ?

. . . .

Comment se nomme la principale hormone thyroïdienne ?

. . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

EXERCICE D'IDENTIFICATION.

Tu dois réaliser cet exercice d'identification après avoir fait tes propres observations au microscope.

Quatre microscopes sont installés sur la table de démonstration. Chacun de ces microscopes porte une lame où l'on a choisi un champ microscopique précis à un grossissement donné.

Observe ces divers champs microscopiques sans modifier ni le champ, ni la position de l'indicateur. Note ci-dessous le résultat de tes observations.

Microscope 1

Glande endocrine : . . . .

Structure d'ensemble pointée par l'indicateur : . . . .

Microscope 2

Glande endocrine : . . . .

Structure pointée par l'indicateur : . . . .

Microscope 3

Glande endocrine : . . . .

Tissu pointé par l'indicateur: . . . .

Microscope 4

Glande endocrine : . . . .

Structure d'ensemble pointée par l'indicateur : . . . .

Mini-cours 12

ENDOCRINOLOGIE II

LES HORMONES ET LA VIE

Mini-cours 12

ENDOCRINOLOGIE II : LES HORMONES ET LA VIE

Objectifs de comportement

A la fin de ce mini-cours, tu dois être capable de :

1- Détailler les relations anatomiques, histologiques et fonctionnelles existant entre l'hypothalamus et l'hypophyse

2- Détailler comment l'hypothalamus contrôle l'activité de l'hypophyse

3- Dire comment se fait la régulation de l'activité hypothalamique et hypophysaire

4- Rendre compte du rôle des chromosomes dans la détermination du sexe et la formation de l'appareil génital

5- Dire le rôle de l'hypophyse et de la thyroïde dans la croissance

6- Nommer et caractériser certaines maladies de la croissance provoquées par des dérèglements hormonaux

7- Définir les divers niveaux de glucose sanguin

8- Expliquer le rôle du pancréas dans le cas d'une hyperglycémie

9- Expliquer le rôle du pancréas et des surrénales dans le cas d'une hypoglycémie

10- Décrire ce qu'on entend par stress et stresseur

11- Décrire schématiquement par quelles voies l'organisme s'adapte à une situation stressante

12- Enumérer les caractères sexuels primaires d'un garçon et d'une fille

13- Interpréter graphiquement la croissance des appareils génitaux masculin et féminin avant la puberté

14- Distinguer ce qu'on entend par puberté génitale et puberté somatique et citer les caractéristiques de chacune

15- Enumérer les caractères sexuels secondaires d'un garçon et d'une fille

16- Identifier les voies et les organes des systèmes génitaux mâle et femelle

17- Interpréter graphiquement la croissance des systèmes génital, nerveux et musculaire dans l'espèce humaine, de la naissance à l'âge adulte

18- Décrire l'influence hormonale lors du début de la puberté, en montrant l'interrelation épiphyse-hypothalamus-hypophyse-gonades

19- Schématiser les relations existant entre l'hypothalamus, l'hypophyse et les testicules au cours de la vie sexuelle de l'homme

20- Enumérer toutes les hormones jouant un rôle dans l'activité des testicules

21- Citer les rôles respectifs de la ICSH, de la FSH et de la testostérone au cours de l'activité des testicules

INTRODUCTION

Ce n'est pas tâche facile que d'expliquer le fonctionnement du système endocrinien et le rôle des hormones. Même si les dernières décennies ont permis de cerner un peu mieux le problème de l'action hormonale par la recherche fondamentale et les données cliniques, il reste qu'on est loin d'avoir élucidé les problèmes de l'interaction des hormones entre elles et de leur mode d'action exact sur le métabolisme.

Nous avons choisi de ne pas insister sur le mode d'action des hormones au niveau cellulaire; non pas parce que le sujet manque d'intérêt, mais parce qu'il cadrerait mieux dans un cours de biochimie ou de biologie moléculaire.

Ce mini-cours et le suivant essaieront plutôt de montrer l'importance des hormones à tous les moments de la vie d'un être humain. Ce sont des hormones qui, "en douce" et sous direction génétique et nerveuse, nous font grandir et devenir des adultes sexuellement matures; ce sont encore des hormones qui règlent nos divers métabolismes et nous permettent de réagir efficacement aux agressions.

Ainsi, l'étude de l'endocrinologie sera-t-elle, espérons-le, collée à la réalité de notre physiologie quotidienne.

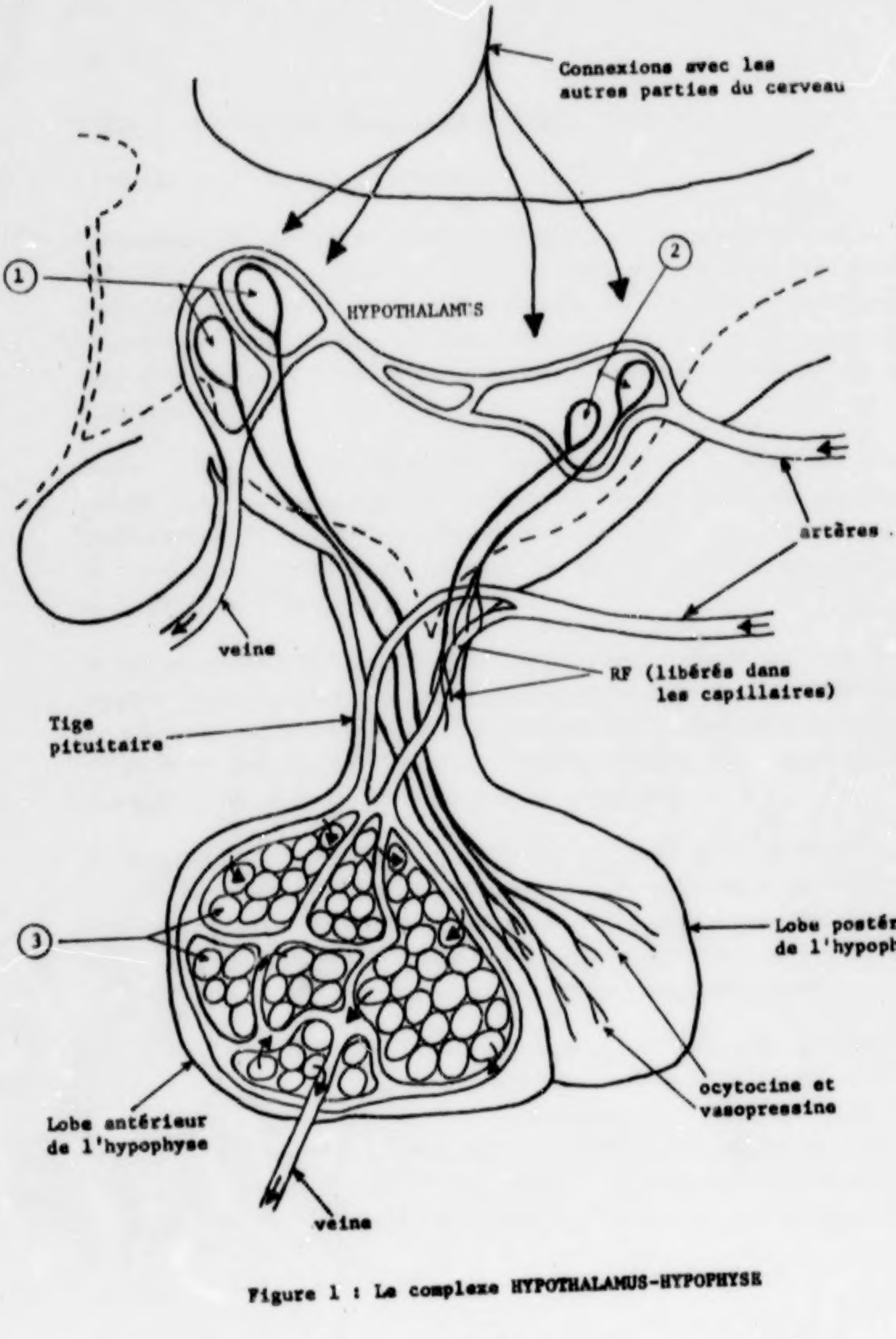


Figure 1 : Le complexe HYPOTHALAMUS-HYPOPHYSE

Partie 1

<u>ETAPE 1</u> : <u>LE COMPLEXE HYPOTHALAMUS-HYPOPHYSE</u> (Fig. 1)

Relations au point de vue structure.

L'hypophyse est une petite glande de la grosseur d'un pois située à la face inférieure du cerveau auquel elle est rattachée par une mince tige appelée tige pituitaire. Cette tige relie l'hypophyse à l'hypothalamus, structure faisant partie du cerveau. Ce lien n'est pas inutile puisque le fonctionnement de l'hypophyse dépend de ses connexions nerveuses et vasculaires avec l'hypothalamus.

Il fut un temps où l'on croyait que l'hypophyse était le grand chef d'orchestre de tout le système endocrinien parce que son lobe antérieur produit des hormones dont le rôle est de stimuler d'autres glandes endocrines. Cependant, de nombreuses expériences ont confirmé le rôle capital de l'hypothalamus dans le contrôle de l'hypophyse.

De par sa position dans le cerveau, l'hypothalamus possède des connexions anatomiques avec de nombreuses autres parties du cerveau qui lui permettent ainsi de percevoir les stimuli aussi bien externes qu'internes, de les analyser et d'envoyer un message à l'hypophyse, laquelle répondra par l'augmentation ou la suppression de la sécrétion d'une hormone stimulante.

Si le message intéresse le lobe postérieur (nerveux) de l'hypophyse, il passera de l'hypothalamus à l'hypophyse via la voie nerveuse, c'est-à-dire par l'intermédiaire de cellules neurosécrétrices (1) se trouvant dans l'hypotalamus. Les prolongements (axones) de ces cellules se terminent dans le lobe postérieur, où sont stockées les hormones vasopressine et ocytocine.

Ce sont d'autres cellules de l'hypothalamus qui déversent des produits chimiques agissant comme médiateurs entre le lobe antérieur de l'hypophyse et l'hypothalamus. Ces médiateurs portent le nom de facteurs de libération ou RF (releasing factors). Ces RF sont sécrétés par les cellules neurosécrétrices (2) de l'hypothalamus au niveau de la tige pituitaire dans un réseau sanguin qui atteint l'hypophyse antérieure. Cette hypophyse antérieure est constituée de cellules glandulaires (3)

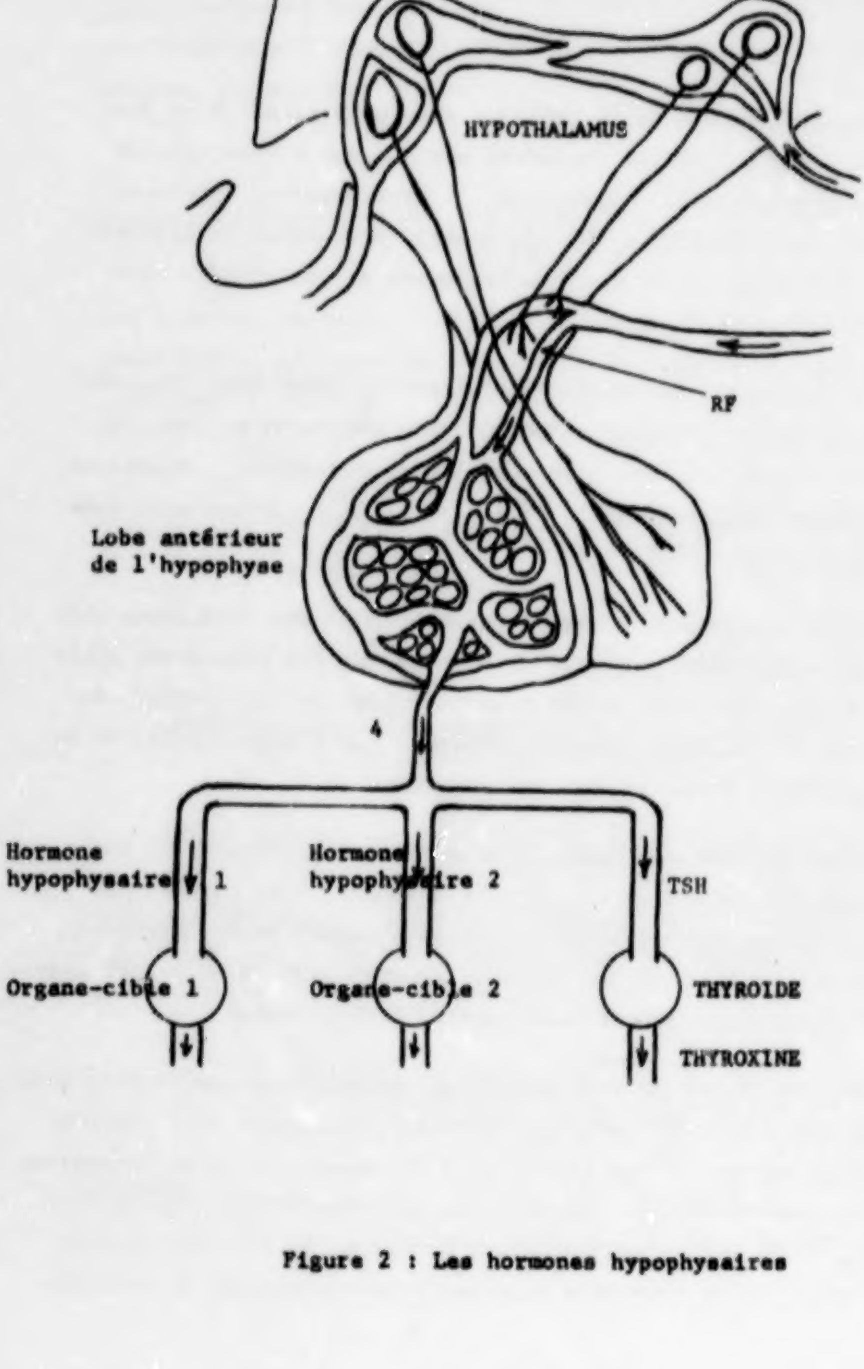
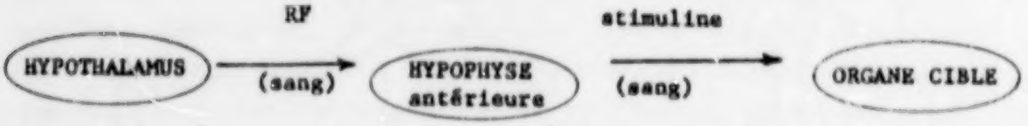


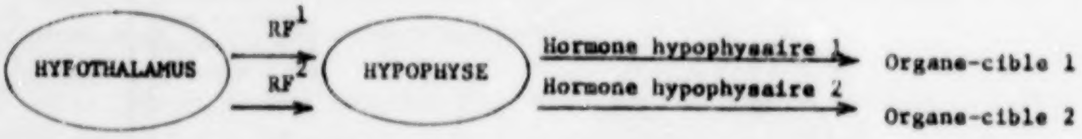
Figure 2 : Les hormones hypophysaires

Relations au point de vue fonctionnel. (Fig. 2)

Sous l'influence des différents RF, les cellules glandulaires du lobe antérieur de l'hypophyse libèrent différentes hormones (4) qui iront stimuler d'autres glandes, organes ou tissus.



Ces hormones libérées sous l'influence de RF spécifiques agissent sur des organes-cibles précis. Il existe donc un type de RF pour chaque type d'hormone hypophysaire libérée.

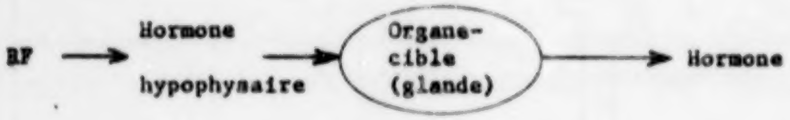


Par exemple :

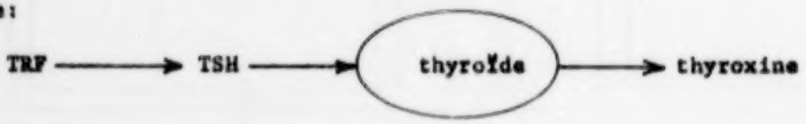
FSHRF ⟶ FSH ⟶ ovaire
(folliculo-stimuline)

TRF ⟶ TSH ⟶ thyroïde
(thyréostimuline)

Sous l'influence des hormones hypophysaires, la plupart des organes-cibles, parmi lesquels on retrouve les glandes endocrines déjà étudiées, sécrètent leurs propres hormones.



Exemple:



RETOURNE A L'ECOUTE.

N.B. Trois glandes seulement sont citées à titre d'exemple: l'ovaire, le testicule et la thyroïde

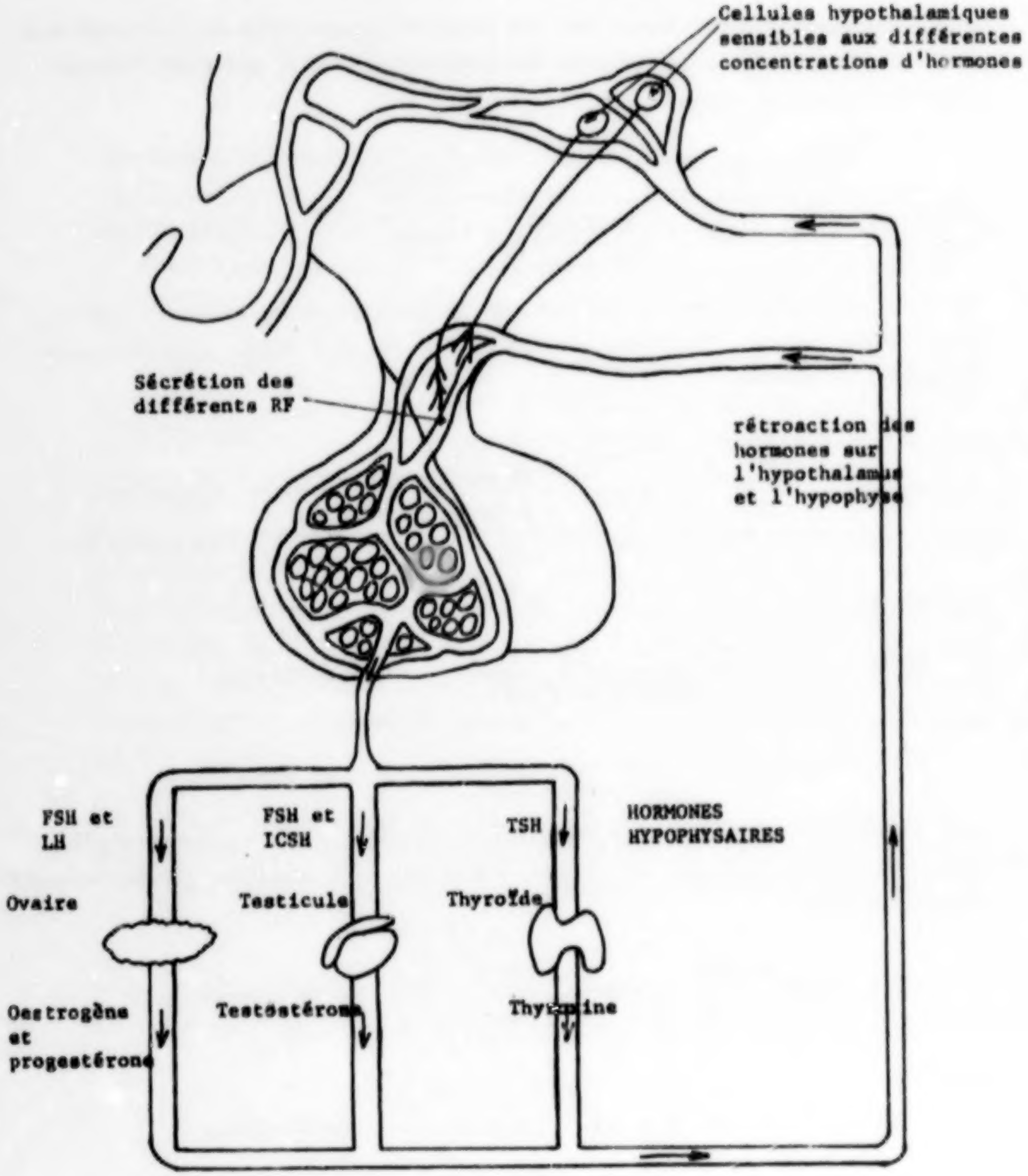


Figure 3 : L'autorégulation de l'activité des RF sur l'hypophyse

Régulation par RETROACTION (FEEDBACK) (Fig. 3)

Une hormone est sécrétée en réponse à un besoin de l'organisme. Mais pour agir normalement, cette hormone doit être en concentration adéquate dans le sang. Il doit donc y avoir un système d'autorégulation qui va assurer l'équilibre entre la libération de l'hormone et les besoins de l'organisme.

Il faudra donc que l'hypothalamus soit renseigné sur les besoins de l'organisme; ses "agents d'information" véhiculés par le sang seront les hormones elles-mêmes, l'hypothalamus étant sensible à des baisses comme à des hausses de la concentration d'une hormone.

Ainsi lorsque le sang baignant l'hypothalamus contient une hormone en excès, la production du RF correspondant à cette hormone est diminuée. Le RF étant libéré en moins grande quantité, l'hormone hypophysaire conséquente de l'action de ce RF sera libérée en plus faible concentration, ce qui entraînera une baisse de la sécrétion hormonale de l'organe ou glande-cible, de façon à diminuer la concentration de cette hormone qui était en excès dans le sang.

Par contre, si l'hypothalamus est avisé d'une baisse de la concentration d'une hormone, il augmente sa production de RF correspondant, ce qui provoque une augmentation des sécrétions d'hormone hypophysaire et par le fait même de l'hormone de la glande-cible.

Ainsi la concentration d'hormones dans le sang peut être maintenue à sa quantité optimale grâce à ce phénomène de rétroaction aussi appelé FEEDBACK.

Exemple de feedback :

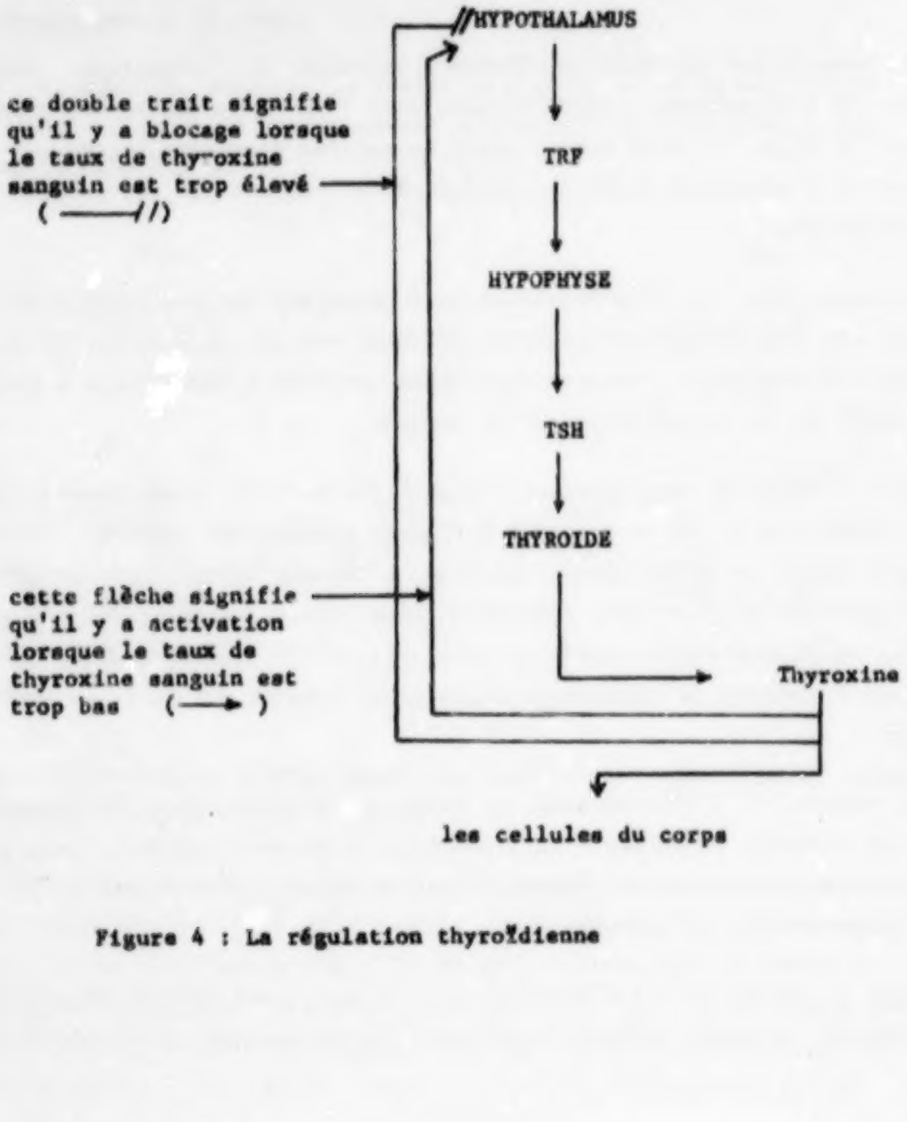


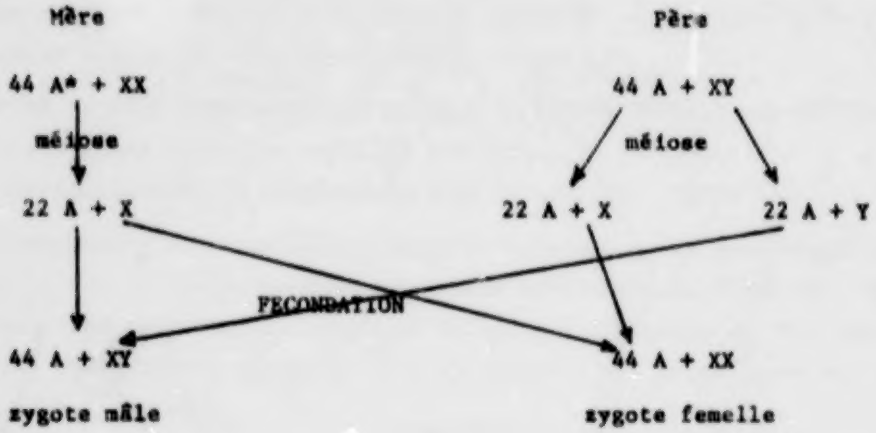
Figure 4 : La régulation thyroïdienne

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 2 : DETERMINATION DU SEXE

Les chromosomes et le sexe.

Dès la fécondation, lorsque les noyaux de l'ovule et du spermatozoïde fusionnent, le sexe est génétiquement déterminé; on peut donc parler de sexe chromosomique.



Ce sexe chromosomique, correspondant aux hétérochromosomes X et Y, amorcera la différenciation sexuelle du foetus.

Malgré sa petite taille, le chromosome Y porte des gènes déterminants pour la masculinisation du foetus; en l'absence du chromosome Y, le chromosome X oriente le sexe de l'embryon du côté féminin. Néanmoins, la présence de 2 X (XX) est nécessaire pour que les ovaires de l'individu féminin ainsi développé deviennent fonctionnels à la puberté. Un seul Y suffit à provoquer une masculinisation complète, c'est-à-dire formation de testicules fonctionnels.

*A = autosomes

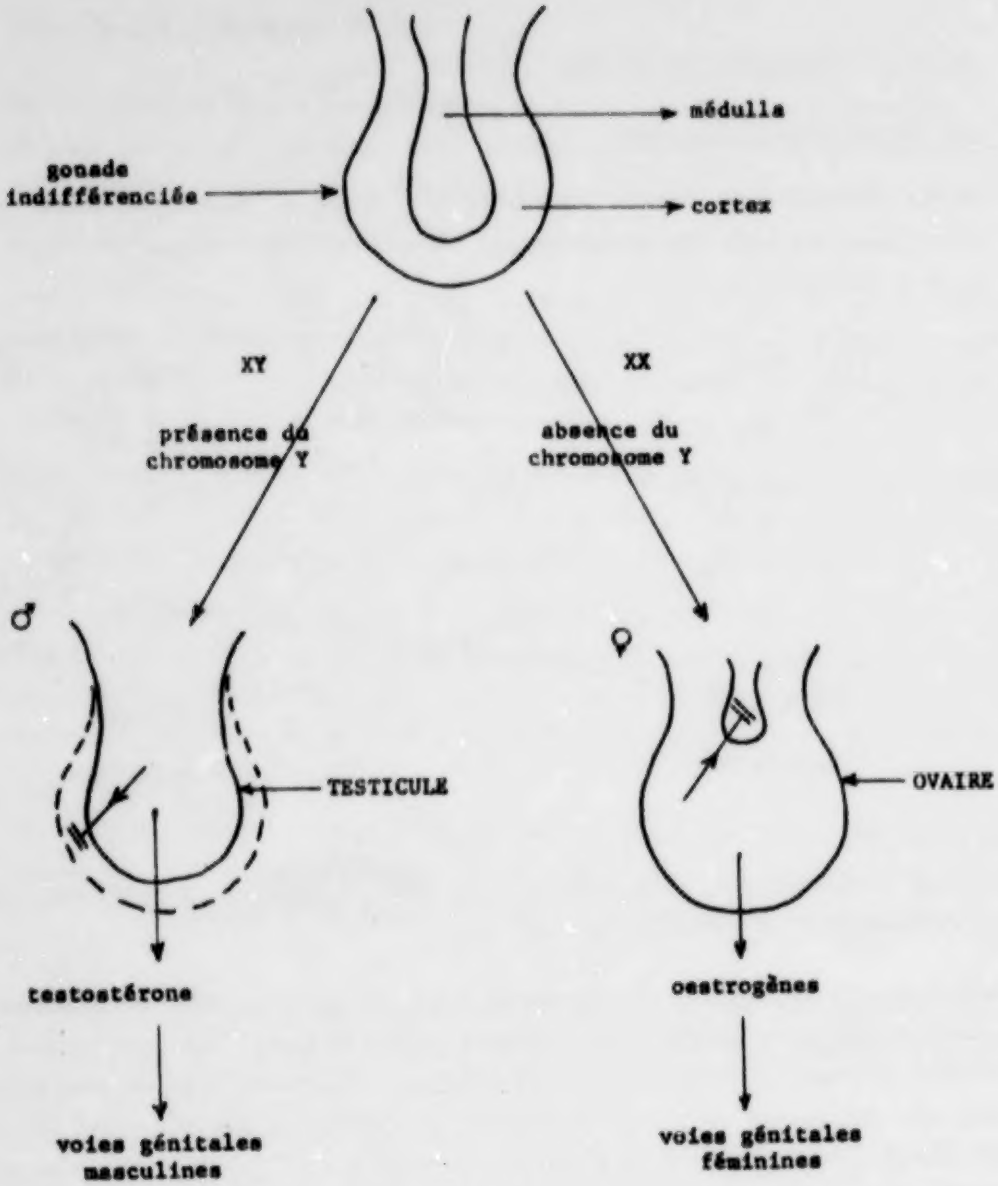


Figure 5 : Les chromosomes sexuels et la formation de l'appareil génital

Formation de l'appareil génital

Dès le début de la vie embryonnaire, certaines cellules se regroupent à l'intérieur de ce qui sera plus tard l'abdomen, pour former les gonades encore indifférenciées, c'est-à-dire non déterminées vers le sexe mâle ou femelle.

Cette orientation se fera vers le 2e mois de la vie embryonnaire.

Chez l'embryon mâle (XY) des gènes "influents" portés par le chromosome Y provoquent la formation de substances chimiques orientant le développement de la région centrale (médulla) de la gonade primitive et inhibant le développement de la région périphérique (cortex) (figure 5).

Chez l'embryon femelle (XX), le développement du cortex n'étant pas freiné par la présence des gènes du Y, les cellules corticales se multiplient et sécrètent une substance inhibitrice du développement de la médulla (figure 5).

Le sexe chromosomique commande donc le sexe des gonades. Ces gonades différenciées en testicules ou en ovaires commencent immédiatement à sécréter des hormones sexuelles spécifiques. Entre la 8e et la 12e semaine du développement embryonnaire, ces hormones orientent le développement des voies génitales vers un sexe ou vers l'autre.

Chez le mâle, sous l'influence de la testostérone, les voies génitales se différencieront en canaux déférents et en pénis; chez la femelle, sous l'influence des oestrogènes, ces voies évolueront en trompes de Fallope, en utérus et en vagin.

Au terme de la 12e semaine, le sexe de l'embryon existe donc déjà en miniature; les hormones des glandes sexuelles ont contribué au développement d'un appareil génital en conformité avec le sexe génétique.

Cependant, ce n'est qu'au moment de la puberté, 10 ou 12 ans plus tard, que les mêmes hormones seront remises en circulation et complèteront la différenciation sexuelle, faisant de la fille une femme, et du garçon un homme.

RETOURNE A L'ECOUTE.

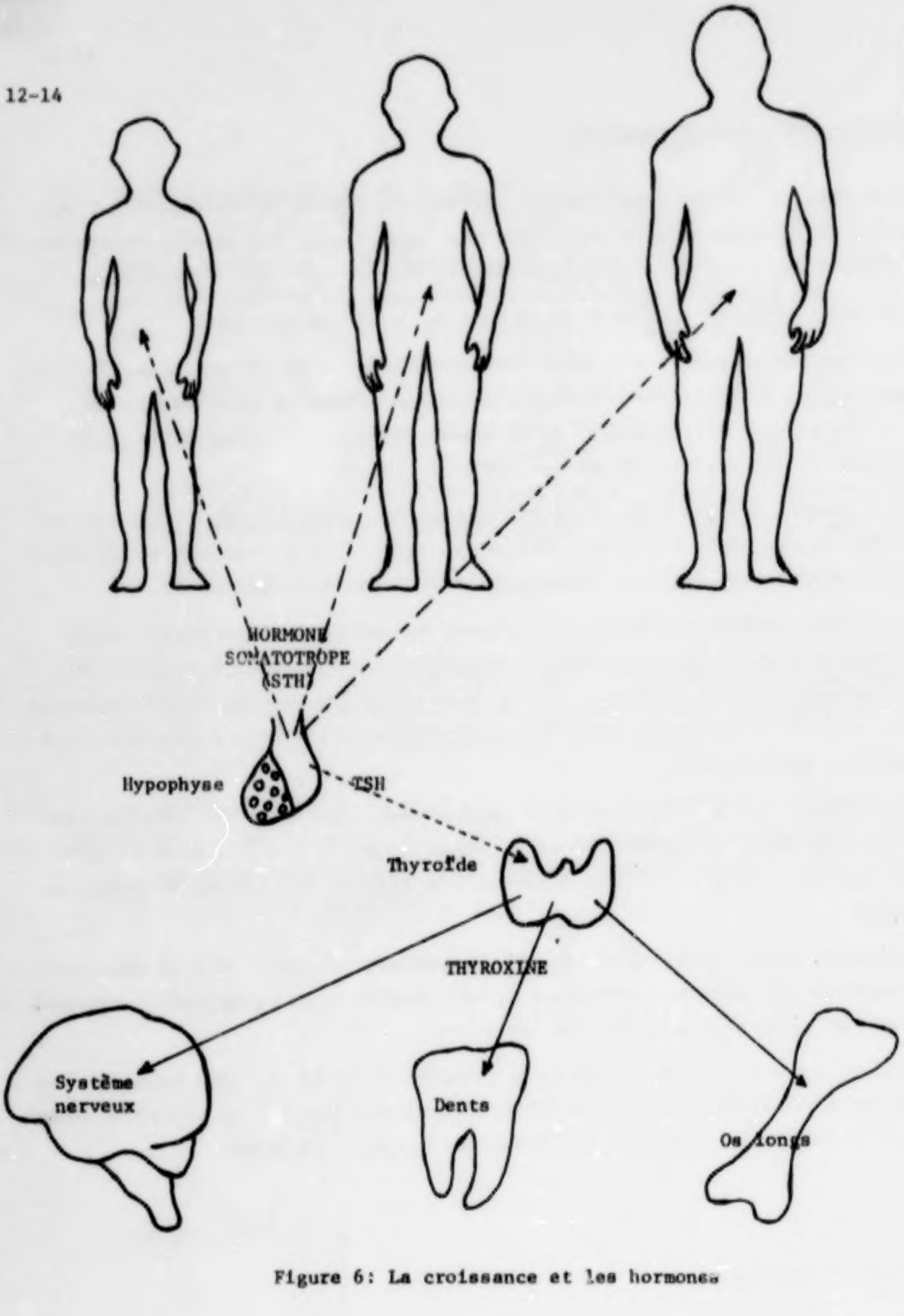


Figure 6: La croissance et les hormones

ETAPE 3 : LES HORMONES DE LA CROISSANCE (Fig. 6)

Plusieurs hormones interviennent dans le processus de la croissance normale d'un individu; parmi elles on peut retenir l'hormone somatotrope (STH) ou hormone de croissance, la thyroxine et les hormones sexuelles.

A) L'hormone de croissance (STH),sécrétée par l'hypophyse, permet la croissance de tous les tissus de l'organisme.

Elle favorise non seulement une augmentation de la taille des cellules, mais elle augmente aussi leur nombre par accroissement du taux des mitoses.

Elle a aussi des effets importants sur le métabolisme de l'individu:

-en favorisant l'anabolisme sous l'aspect synthèse des protéines

-en agissant sur le catabolisme, par l'accentuation de la dégradation des graisses comme source d'énergie, de préférence au glucose, carburant plutôt utilisé pour les mouvements musculaires.

B) A l'action de la STH s'ajoute celle de la thyroxine. La thyroxine, contrôlée par l'hypophyse, active la multiplication cellulaire au niveau du cartilage des os longs, elle assure la maturation des cellules cérébrales et aide à la calcification de tous les os.

C) L'action des hormones sexuelles sur la croissance sera développée à l'<u>étape 7</u>.

RETOURNE A L'ECOUTE.

Quelques effets de dérèglement hormonal.

Il est possible d'interpréter les maladies suivantes par un dérèglement hormonal:

MALADIES	PRINCIPALE GLANDE EN CAUSE	TYPE DE DEREGLEMENT (hyper- ou hypofonctionnement)
NANISME		
GIGANTISME		
GOITRE EXOPHTALMIQUE		
MYXOEDEME ACQUIS		
ACROMEGALIE		
CRETINISME		

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 4 : LE CONTROLE HORMONAL DU TAUX DE GLUCOSE SANGUIN

La concentration normale de glucose dans le sang doit se maintenir autour de 1 g/litre. On désigne par le terme de GLYCEMIE cette concentration normale de glucose dans le sang chez l'Homme.

Il y a HYPOGLYCEMIE si la concentration de glucose sanguin est insuffisante, et HYPERGLYCEMIE si cette concentration atteint un niveau trop élevé.

L'organisme subit régulièrement des hypo et des hyperglycémies que le système hormonal corrige rapidement.

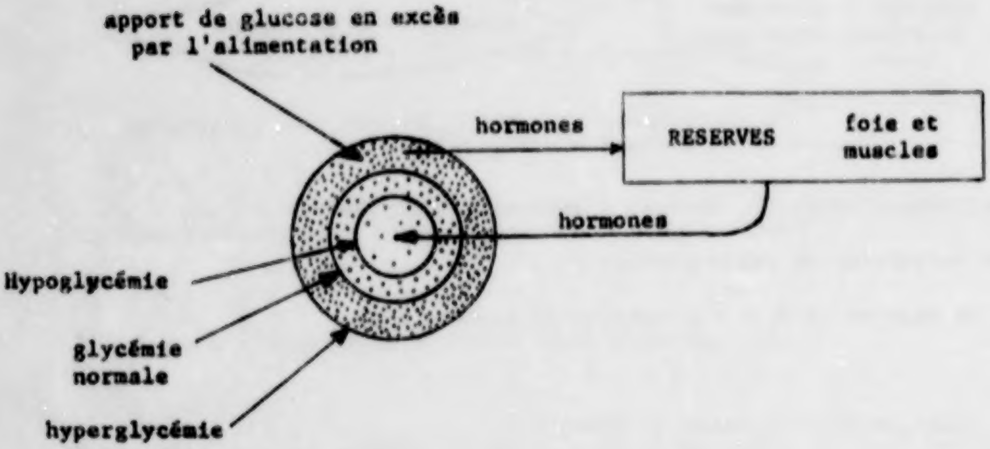


Figure 7 : Les variations du taux de glucose dans le sang.

RETOURNE A L'ECOUTE.

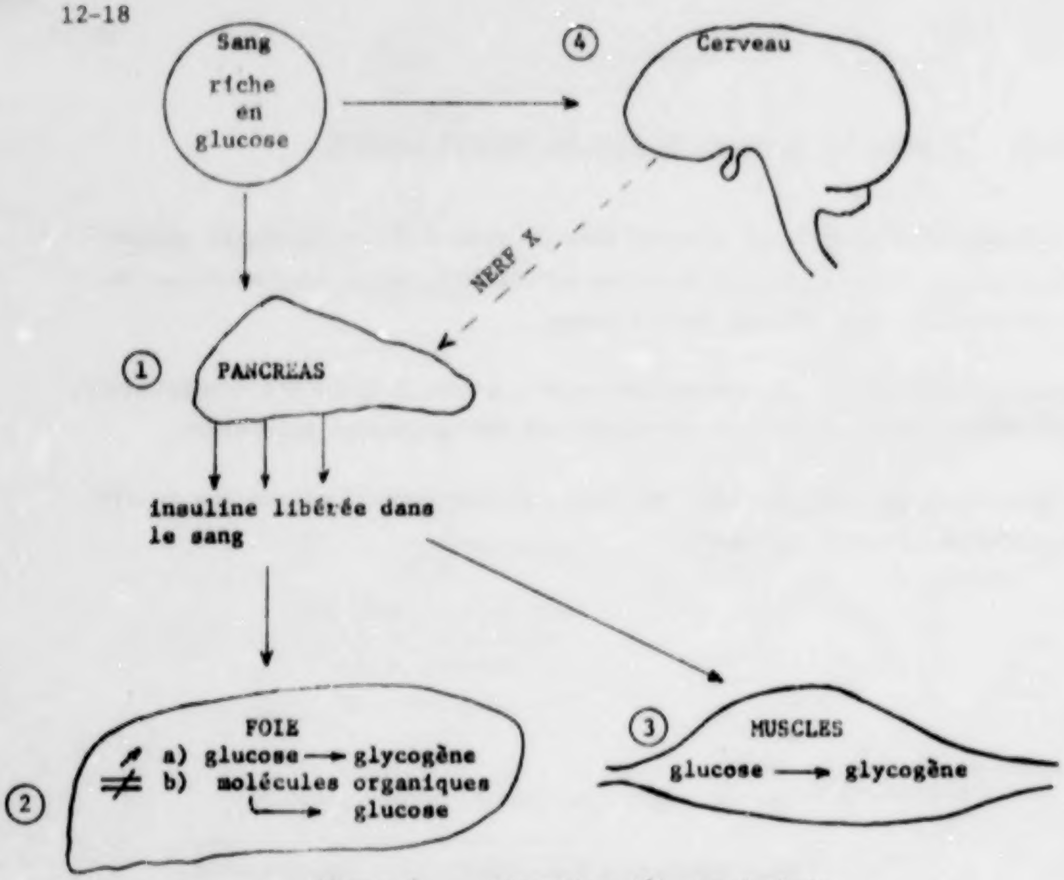


Figure 8 : Situation d'hyperglycémie

1. Hormone hypoglycémiante, chargée d'abaisser la glycémie : . . . .
2. Glande sécrétrice de cette hormone : . . . .
3. Lieux de mise en réserve des surplus de glucose :

   . . . .
4. Forme chimique d'entreposage de glucose : . . . .
5. De quelles façons l'hormone hypoglycémiante exerce-t-elle son action ?

   a) . . . .

   . . . .

   b) . . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

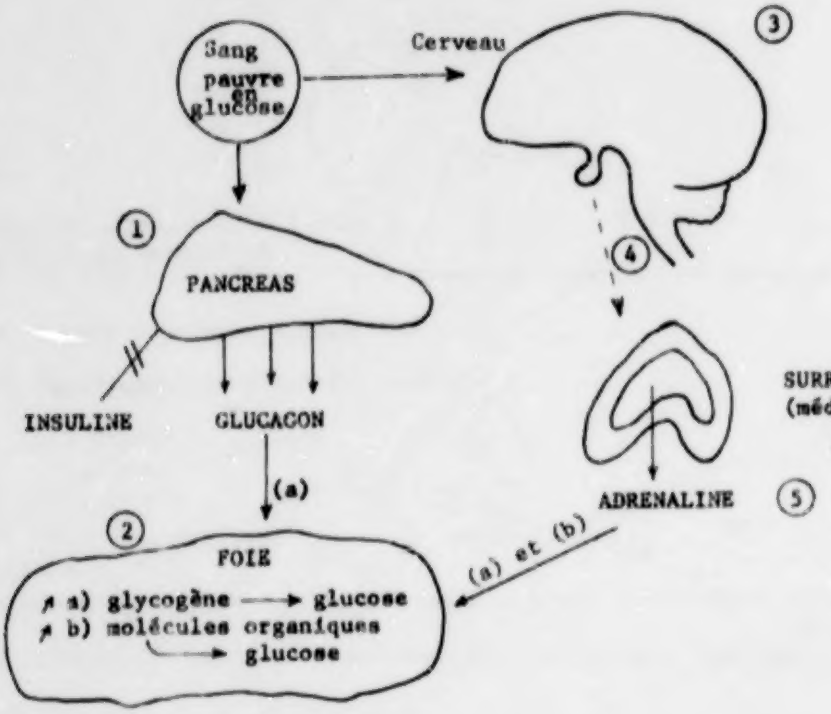


Figure 9 : Situation d'hypoglycémie

1. Comment le pancréas réagit-il à l'hypoglycémie ?

   . . . .

2. Sur quel organe l'hormone pancréatique agit-elle ?

   . . . .

3. Comment l'hypothalamus réagit-il à l'hypoglycémie ?

   . . . .

4. Quelle hormone sécrète la médulla de la surrénale et quel est son site d'action ? . . . .

5. De quelles façons le foie rétablit-il une glycémie normale sous l'action des hormones précitées ? (a) . . . .

   (b) . . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

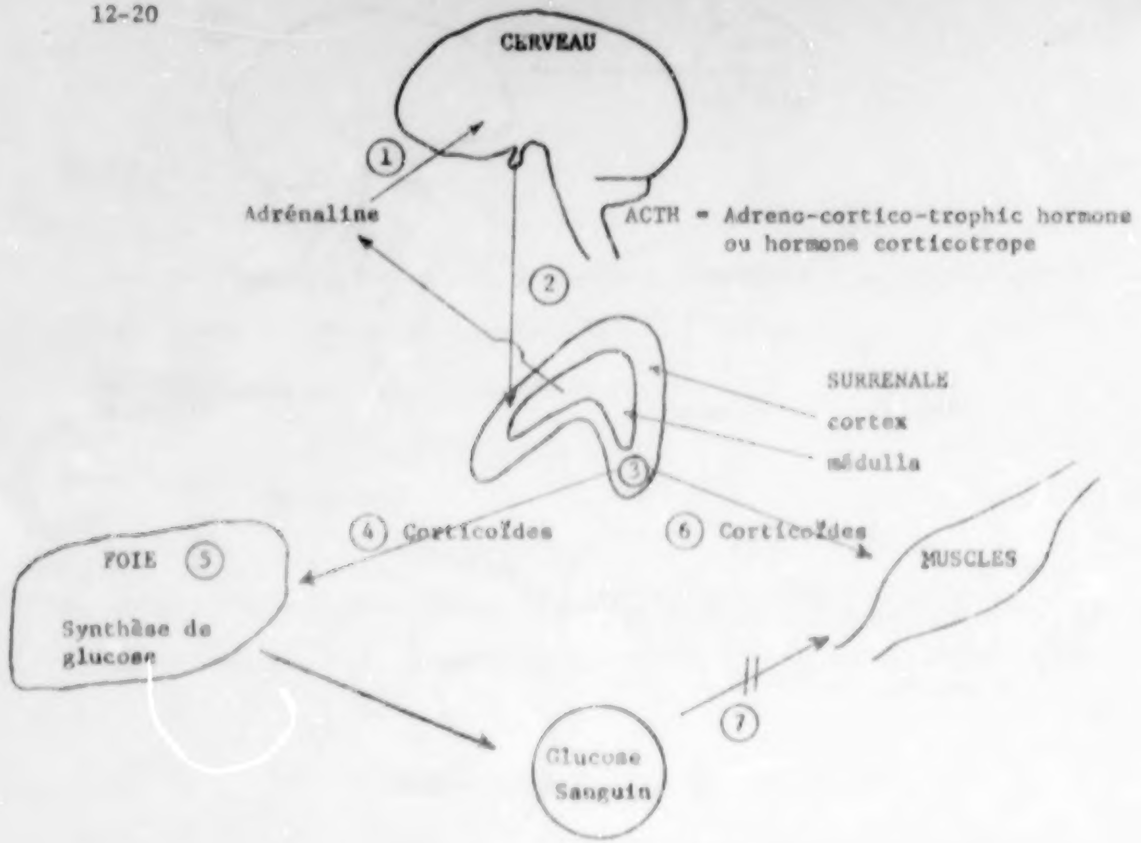


Figure 10 : Situation d'hypoglycémie (suite)

1. En 9, l'adrénaline a un effet hyperglycémiant au niveau du foie; comment a-t-elle aussi une action sur le cortex des surrénales ?

   . . . .

   . . . .

2. Quelles hormones le cortex surrénalien sécrète-t-il ? . . . .

3. Sur quels organes les corticoïdes agissent-ils et de quelle façon ?

   a) . . . .

   b) . . . .

Résumé

1. En cas d'hyperglycémie, il y a nécessité d'une action hypoglycémiante :

   a) Nommer l'hormone hypoglycémiante : . . . .

   b) Expliquer brièvement son action :

   . . . .

   . . . .

   . . . .

2. En cas d'hypoglycémie, il y a nécessité d'une action hyperglycémiante :

   a) Nommer les trois hormones dont l'action directe est hyperglycémiante

   1. . . . .

   2. . . . .

   3. . . . .

   b) Comment s'exerce l'action de ces trois hormones ?

   1. . . . .

   . . . .

   . . . .

   2. . . . .

   . . . .

   . . . .

   3. . . . .

   . . . .

   . . . .

Partie 2

ETAPE 5 : LE STRESS

STRESSEUR (agent stressant)

Tout agent physique ou psychique capable de provoquer dans le corps une demande de réajustement, une réaction d'adaptation, est considéré comme un stresseur ou agent stressant.

STRESS

L'ensemble des faits d'aggressivité de l'agent stressant et des réactions organiques consécutives constituent le STRESS. Ce terme suppose donc un phénomène d'action-réaction.

Lorsque l'organisme est soumis à l'action d'un stresseur quelconque, il se produit toujours une REACTION D'ALARME qui est non-spécifique; c'est-à-dire qu'elle est toujours la même quel que soit le stresseur. En effet, que ce soit une grave brûlure, une joie intense ou une grande frayeur, la réaction d'alarme se traduit par des phénomènes communs, comme une chute de pression, une hypoglycémie, un refroidissement et chez certaines personnes, des phénomènes allergiques.

Dans un second stade, la PHASE DE RESISTANCE, l'organisme réagit de façon à rétablir l'équilibre perturbé par l'agent stressant; au terme de cette phase, normalement tout rentre dans l'ordre.

Mais, un troisième stade peut succéder à la phase de résistance. Par suite d'une exposition longue et continue au stresseur auquel le corps s'était adapté, la résistance est débordée et l'énergie requise pour l'adaptation se trouve éventuellement épuisée. A ce moment, les signes de la réaction d'alarme réapparaissent, mais ils sont maintenant irréversibles et l'individu meurt. Ce cas limite se produit rarement.

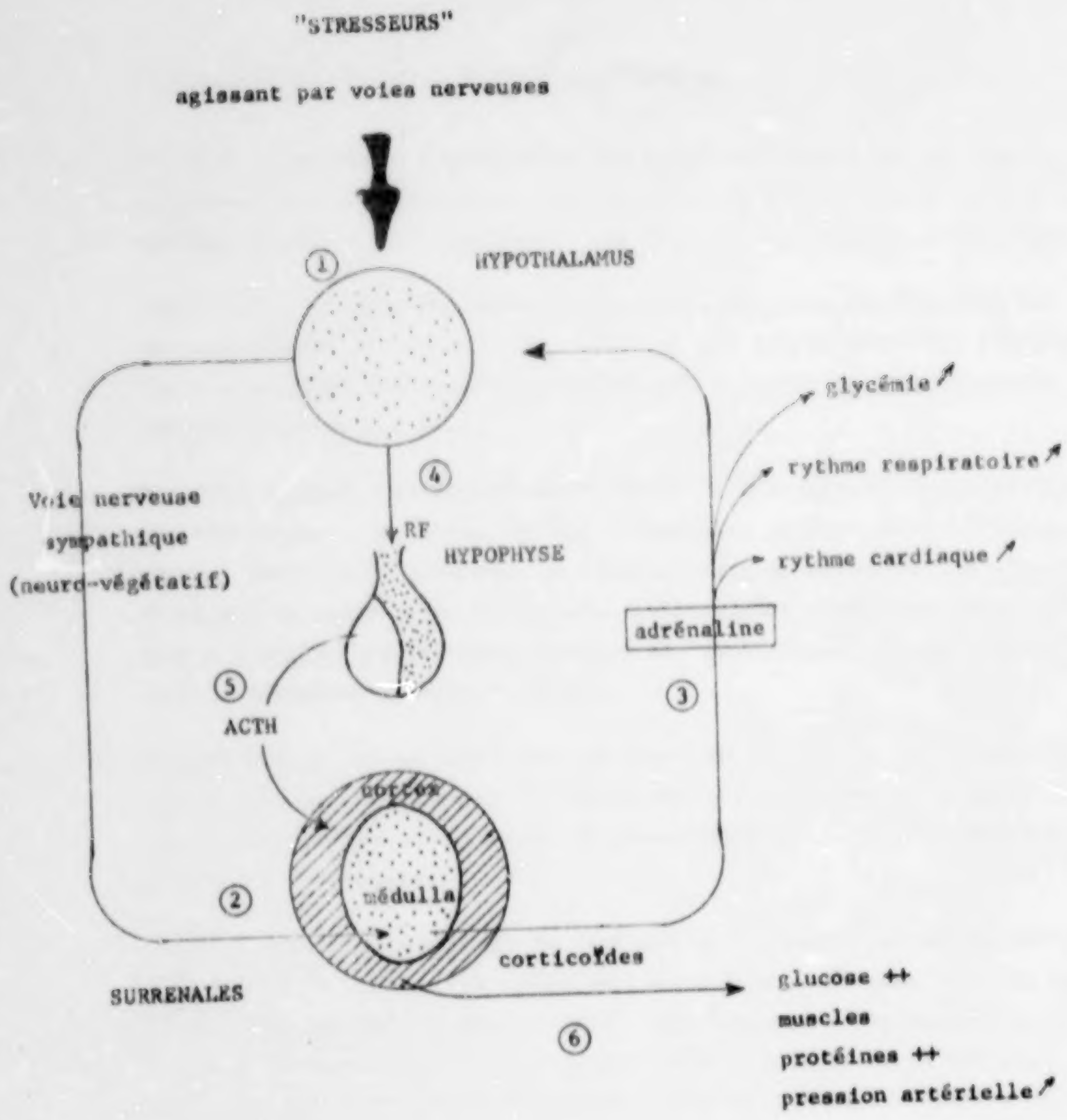


Figure 11 : Les hormones et le stress

PRINCIPAUX CHEMINS DE REPONSE A UN STRESSEUR

La réaction initiale d'adaptation aux agents du stress est déclenchée très rapidement par voie nerveuse. Par la suite, c'est le système hormonal qui prendra la relève pour prolonger dans le temps la réaction d'adaptation.

Les stimuli (stresseurs) agissent sur les récepteurs sensibles et sur divers centres nerveux du cerveau (fig. 11); il y a répercussion sur l'hypothalamus (1). Deux types de messages sont transmis à partir de l'hypothalamus, l'un nerveux, l'autre hormonal.

Par voie nerveuse, l'hypothalamus stimule la médullo-surrénale (2) qui émet de l'adrénaline (3). Celle-ci met l'organisme en état de se défendre en augmentant les rythmes cardiaque et respiratoire, en augmentant la glycémie pour favoriser la contraction musculaire et l'activité cérébrale, etc. Cette libération d'adrénaline par voie nerveuse est généralement d'assez courte durée. La voie hormonale prendra la relève.

L'hypothalamus amorce cette voie en sécrétant un RF (4) qui stimule la production d'ACTH par l'hypophyse. C'est aussi bien par l'action directe des agents stressants que par l'adrénaline en circulation que l'hypothalamus entame son action sur l'hypophyse.

L'ACTH stimule la production de corticoïdes (6) par le cortex surrénal. Ces corticoïdes provoquent une mobilisation massive de glucose vers les tissus et la synthèse de glucose dans le foie; ils permettent aux muscles de se maintenir en contraction prolongée et retardent l'arrivée de la fatigue; ils augmentent le catabolisme des protéines, libérant des acides aminés, source d'énergie ou matériau de réparation tissulaire (s'il y a blessure); ils maintiennent la pression artérielle à un niveau convenable, compatible avec une circulation régulière, car le stress entraîne des chutes de pression pouvant provoquer une syncope et même la mort.

L'action générale des corticoïdes est de prolonger dans le temps le phénomène d'adaptation de l'organisme à la situation stressante.

Les agents stressants sont multiples et omniprésents dans le monde contemporain. Souvent, les systèmes hormonaux, par suite d'une sollicitation fréquente et intense, développent une hyperactivité. En ce cas, les hormones en excès peuvent entraîner, à long terme, toute une série de troubles organiques; les plus fréquents sont des accidents cardiaques, des ulcères de l'estomac et du duodénum, de l'hypertension, certaines allergies, quelques formes d'arthrite ou de rhumatisme.

En d'autres termes, les réactions de défense qui visent à retrouver la santé compromise par une agression physique, microbienne ou psychique, peuvent dépasser leur but et être à leur tour, causes de troubles graves (maladies de l'adaptation).

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 6 : EVOLUTION DES APPAREILS GENITAUX DE LA NAISSANCE A LA PUBERTE

Pendant l'enfance, la structure des appareils génitaux varie très peu et leur croissance est lente. Leur fonctionnement est à peu près nul, si ce n'est une faible production d'hormones sexuelles par les gonades.

Les organes génitaux constituent les CARACTERES SEXUELS PRIMAIRES. Depuis la naissance, ils permettent d'établir le "sexe d'état civil" de toute personne.

Organes génitaux du garçon : testicules, glandes sécrétrices du liquide spermatique (prostate et vésicules séminales), pénis.

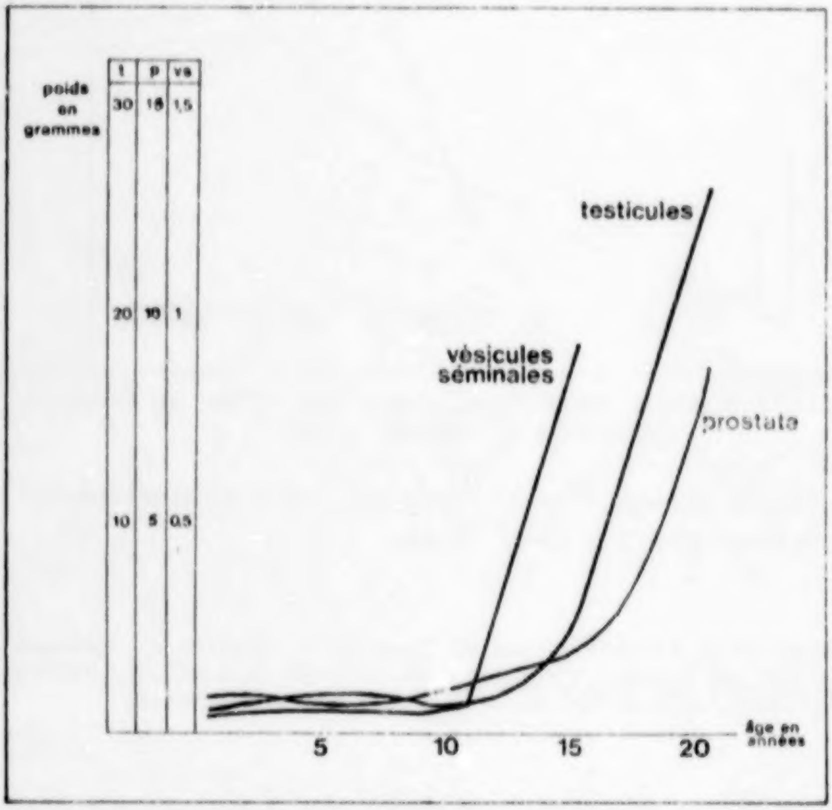


Figure 12: Croissance des testicules, de la prostate et des vésicules séminales chez le garçon.
(D'après L.J. Wells, 1943 et R.E. Scammon, 1931)

Organes génitaux de la fille : ovaires, utérus et vagin.

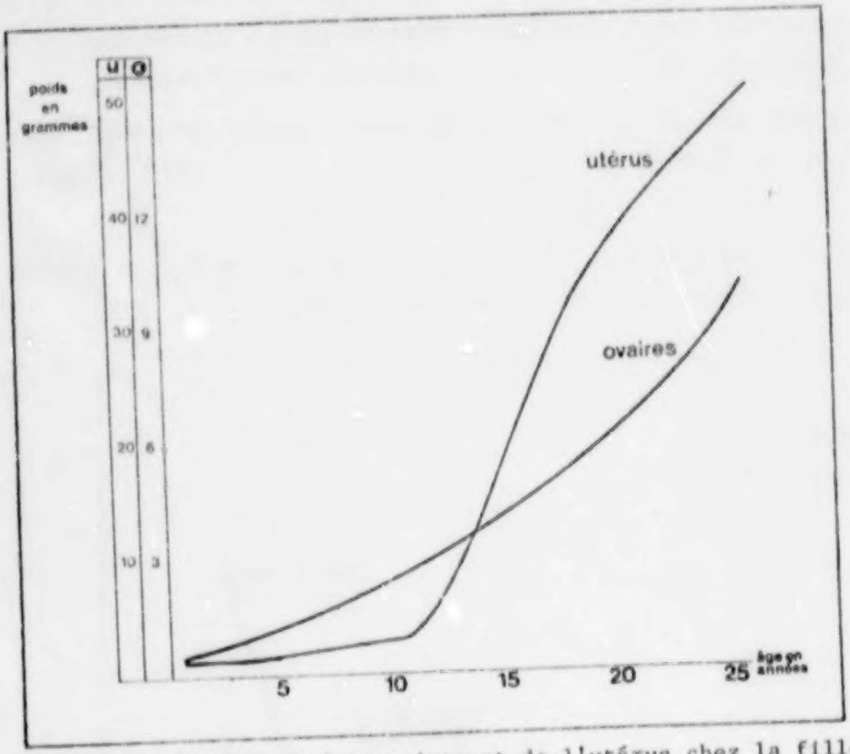


Figure 13: Croissance des ovaires et de l'utérus chez la fille
(d'après R.E. Scammon, 1931)

Les tableaux des figures 12 et 13 illustrent l'état de quasi-sommeil des organes génitaux jusqu'à l'âge de 10 ans.

(les figures 12 et 13 sont tirées de Czyba J.C., Cosnier J., Laurent J.L., Ontogénèse de la sexualité humaine, © 1973 pp. 103 et 104. Reproduit avec la permission de Simep Editions, Villeurbanne France)

Vue de profil

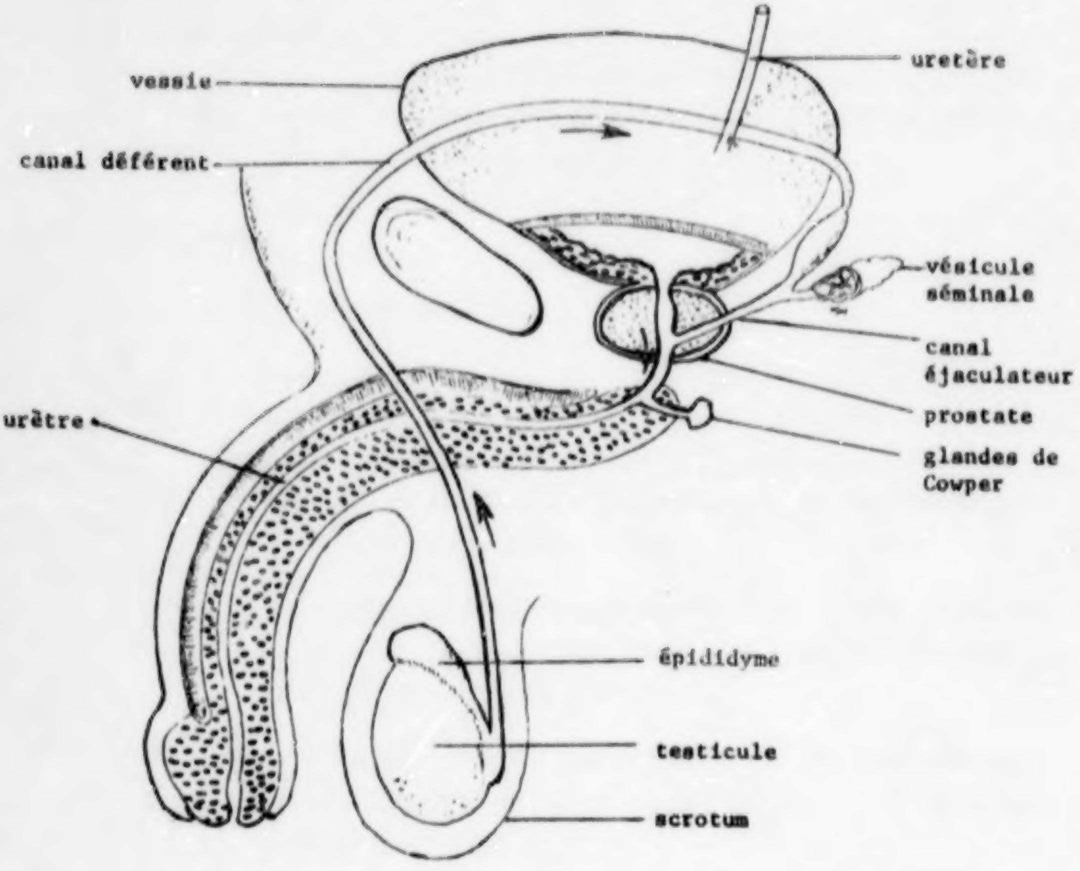


Figure 14 : Les organes génitaux masculins

ETAPE 7 : LES TRANSFORMATIONS DE LA PUBERTE

La puberté est marquée par des transformations importantes des organes génitaux (PUBERTE GENITALE) et de l'ensemble de l'organisme (PUBERTE SOMATIQUE) : à ce moment, les appareils génitaux commencent à fonctionner; les hormones sexuelles maintenant sécrétées font apparaître de nombreux caractères nouveaux appelés CARACTERES SEXUELS SECONDAIRES : ceux-ci ne sont pas liés directement à la fonction de reproduction bien qu'ils témoignent du sexe de l'individu qui les porte.

Chez le garçon :

1. La puberté génitale

Vers l'âge de 11 ans, les cellules de Leydig arrivent à maturité et c'est le début de la sécrétion de testostérone. Les testicules augmentent de volume et les cellules germinales commencent à se transformer en spermatozoïdes : les premiers apparaîtront vers 13 ou 14 ans.

Les organes génitaux externes, pénis et scrotum augmentent de taille. La toison pubienne apparaît et se développe progressivement entre 12 et 17 ans.

Parallèlement, il y a développement des glandes annexes, soit la prostate et les vésicules séminales. L'éjaculation devient possible vers l'âge de 12 ou 13 ans.

Le tableau 12 illustre la croissance rapide des organes génitaux à l'adolescence. La figure 14 les situe au point de vue anatomique.

2. La puberté somatique

a) Morphologie générale :

La période pubertaire est marquée d'une forte poussée de croissance corporelle qui se fait en deux étapes : allongement des membres inférieurs et développement du buste pendant et immédiatement après la puberté.

Les épaules s'élargissent mais le bassin reste étroit.

Le poids s'accroît notablement par le développement du tissu musculaire surtout; à 8 ans, le poids des muscles représente 27% du poids corporel; à 16 ans, 44%.

b) Pilosité :

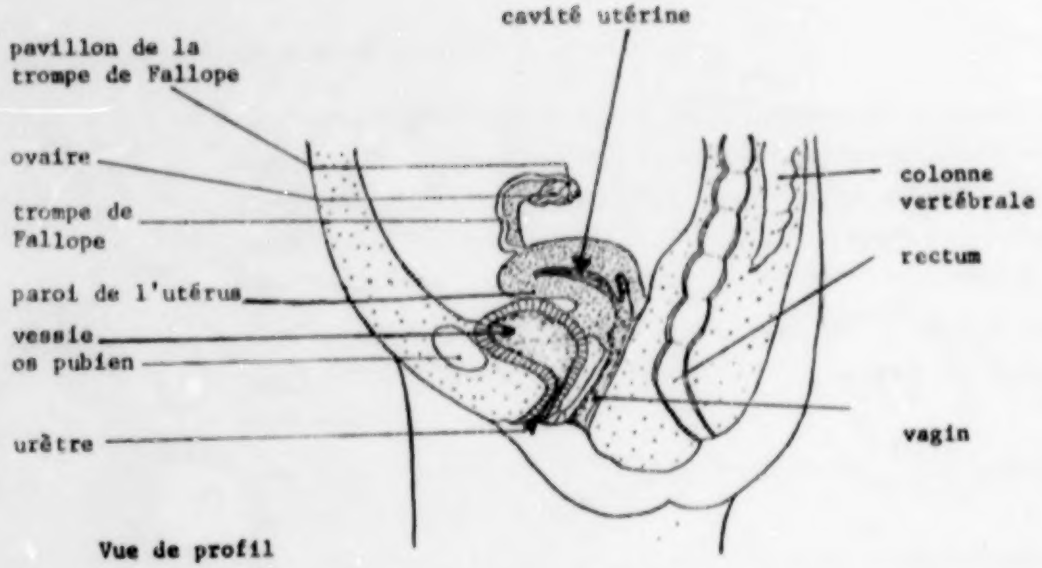
La pilosité axillaire (aisselles) et faciale fait son apparition.

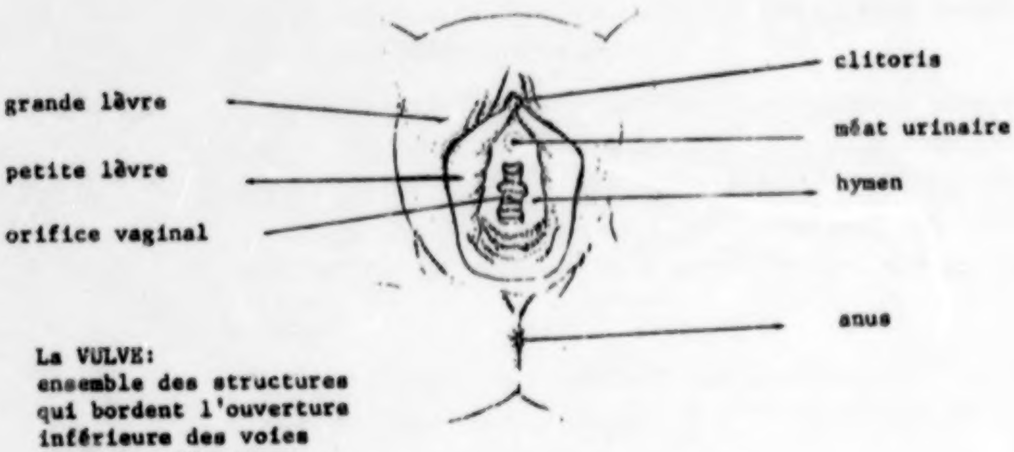
c) Peau :

Les glandes sudoripares et sébacées (sécrétant "l'huile" de la peau) deviennent fonctionnelles. Un excès de fonctionnement des glandes sébacées, trop stimulées par les hormones sexuelles, engendre l'acné

d) Voix :

La transformation du larynx sous l'effet des hormones mâles constitue la "mue" de la voix chez le garçon : le régistre devient plus grave.





La VULVE:
ensemble des structures qui bordent l'ouverture inférieure des voies génitales féminines.

Figure 15 : Les organes génitaux féminins

Chez la fille :

1. La puberté génitale

Les ovaires poursuivent une croissance régulière au cours de la puberté; vers l'âge de 10 ou 11 ans, des follicules de De Graaf arrivent à maturité, ce qui entraîne les premières règles. Cependant, au début de la puberté, les follicules ne se rompent pas; il n'y a donc pas d'ovulation (cycle anovulatoire) au cours des premiers cycles.

Avec le début de la sécrétion d'hormones par l'ovaire, l'utérus augmente brusquement de taille (poids : 2 à 3 grammes à 10 ans; 30 g. à 16 ans).

Les grandes lèvres de la vulve se développent et se pigmentent. Le clitoris augmente de taille.

Le tableau 13 illustre la poussée de croissance des organes génitaux et la figure 15 les localise au point de vue anatomique.

2. La puberté somatique

a) Morphologie générale :

La poussée de croissance corporelle se fait comme chez le garçon bien qu'elle soit un peu plus précoce. Les épaules demeurent étroites alors que le bassin s'élargit.

Le tissu adipeux (graisse) sous-cutané se développe plus abondamment chez la fille que chez le garçon et il se distribue de façon différente. Chez la fille, la graisse se localise au niveau des fesses, des cuisses et des seins. C'est le tissu adipeux qui détermine la forme et le volume des seins qui se développent avec le début de la puberté.

b) Pilosité :

Il y a apparition d'une pilosité pubienne et axillaire. Normalement, à moins de dérèglements endocriniens, la pilosité de la face, du tronc et des membres est absente ou réduite.

c) Peau :

Comme chez le garçon, il y a développement et fonctionnement des glandes sudoripares et sébacées à partir de la puberté.

Le tableau qui suit permet de visualiser d'un seul coup d'oeil les changements morphologiques importants qui surviennent à l'adolescence.

L'horizontale 100 représente la masse finale de chacun des tissus ou organes chez un adulte, homme ou femme.

On note les deux poussées de croissance de la masse corporelle (muscles et squelette).

Les organes génitaux se développent rapidement à partir de la puberté.

Le système nerveux a une croissance précoce par rapport au reste du corps; sa croissance est minime après l'enfance.

L'horizontale 100 représente la masse finale de chacun des organes.

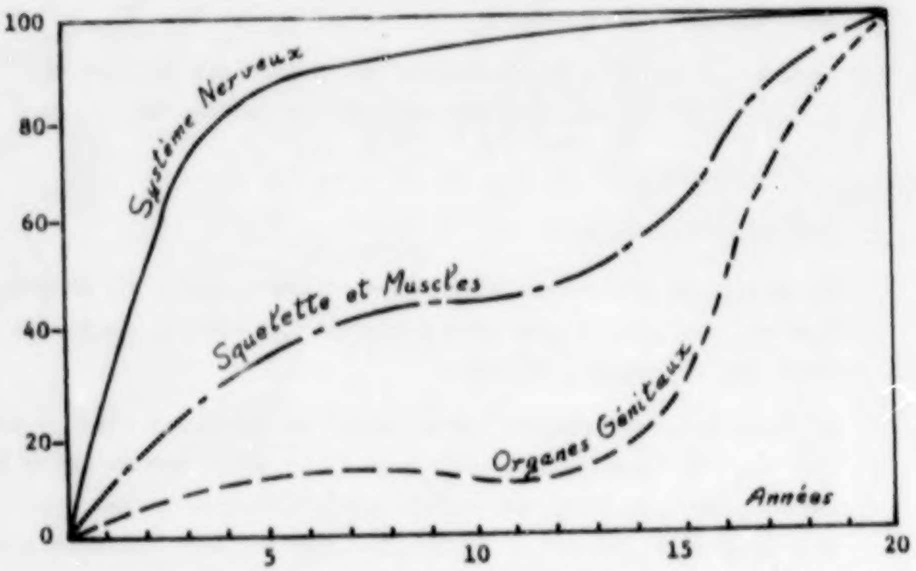


Figure 16: Croissance relative de plusieurs tissus et organes depuis la naissance jusqu'à l'âge adulte.

(tiré de Gribenski, André, Connaissance de L'homme, Focus International, © 1972, p. 409 figure 10. Reproduit avec la permission de la Société des Gens de Lettres de France, pour les Editions Bordas)

RETOURNE A L'ECOUTE.

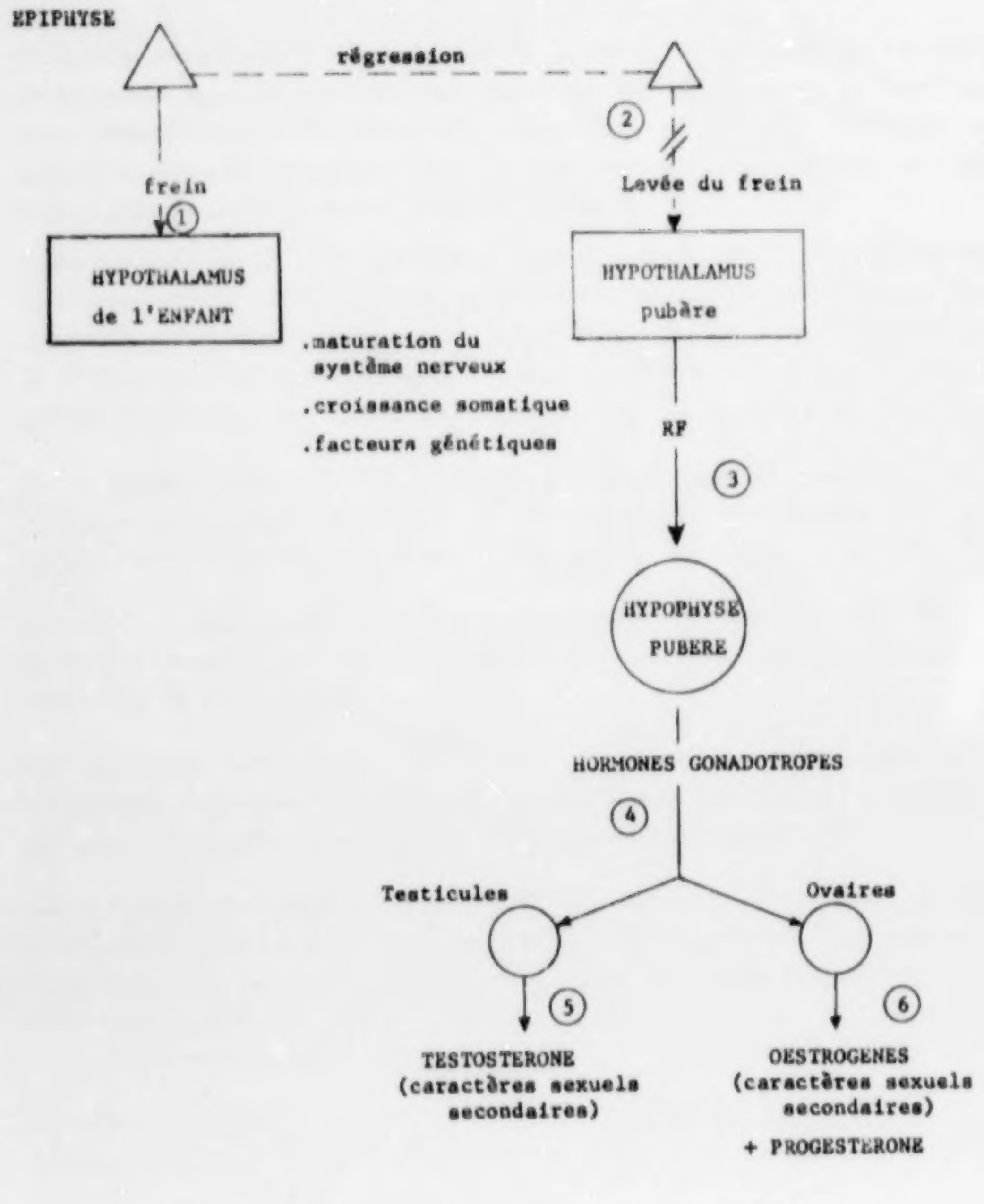


Figure 17 : Conditionnement hormonal de la puberté

ETAPE 8 : LE CONDITIONNEMENT HORMONAL DE LA PUBERTE (Fig. 17)

Le facteur essentiel du déclenchement de la puberté est la mise en circulation de quantités importantes d'hormones hypophysaires stimulant les gonades (hormones GONADOTROPES) : ces hormones proviennent d'une activité accrue du complexe hypothalamus-hypophyse. (N.B. Les hormones gonadotropes sont très souvent désignées sous le nom de GONADO-STIMULINES).

Pendant l'enfance, il y a lente maturation du système nerveux supérieur, donc de l'hypothalamus. Cependant une région de cet hypothalamus ne devient fonctionnelle qu'à l'âge de la puberté. C'est cette région qui sera responsable de l'apparition des cycles sexuels. Cette maturation suppose un génotype normal et un environnement favorable (alimentation, climat, facteurs culturels).

Sur le schéma 17, en (1) , on voit que l'épiphyse agirait comme un frein sur l'hypothalamus pendant l'enfance; mais la régression de l'épiphyse avec l'âge permettrait à l'hypothalamus d'entrer en fonction vers l'âge de 10 ans, (2) .

En (3) , l'hypothalamus émet alors des facteurs de libération (RF) qui permettent à l'hypophyse de sécréter les gonadotropes (4) qui vont stimuler les testicules ou les ovaires.

Les testicules produisent l'hormone mâle, la testostérone, responsable du développement des organes génitaux et de l'apparition des caractères sexuels secondaires et aide à la maturation finale des spermatozoïdes (5) .

Chez la fille, les gonadotropes stimulent les ovaires qui produisent un premier groupe d'hormones femelles, les oestrogènes, responsables du développement des organes génitaux et de l'apparition des caractères sexuels secondaires. Un peu plus tard, au cours du cycle hormonal de la femme, son ovaire sécrétera une autre hormone, la progestérone qui prépare la femme à une maternité éventuelle (6) .

Une fois en marche, le réseau hypothalamus-hypophyse-gonades fonctionne de façon cyclique chez la fille et de façon continue chez le garçon, tout le reste de leur vie sexuelle active.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 9 : LES HORMONES SEXUELLES CHEZ L'HOMME

Le développement des organes sexuels mâles et leur fonctionnement normal sont sous le contrôle des deux hormones gonadotropes de l'hypophyse antérieure, la FSH et la ICSH.

A chacune de ces deux hormones correspond un RF (releasing factor) libéré par l'hypothalamus : le FSHRF et le ICSHRF

Le FSHRF provoque la libération de FSH par l'hypophyse antérieure. La FSH véhiculée par le sang atteint les testicules et exerce son action au niveau des tubules séminifères en favorisant la spermatogénèse.

Néanmoins, la phase finale de la spermatogénèse, qui produit des spermatozoïdes motiles, nécessite le concours d'une autre hormone, la testostérone. Cette dernière est sécrétée par les cellules de Leydig sous l'influence d'une autre hormone hypophysaire, la ICSH.

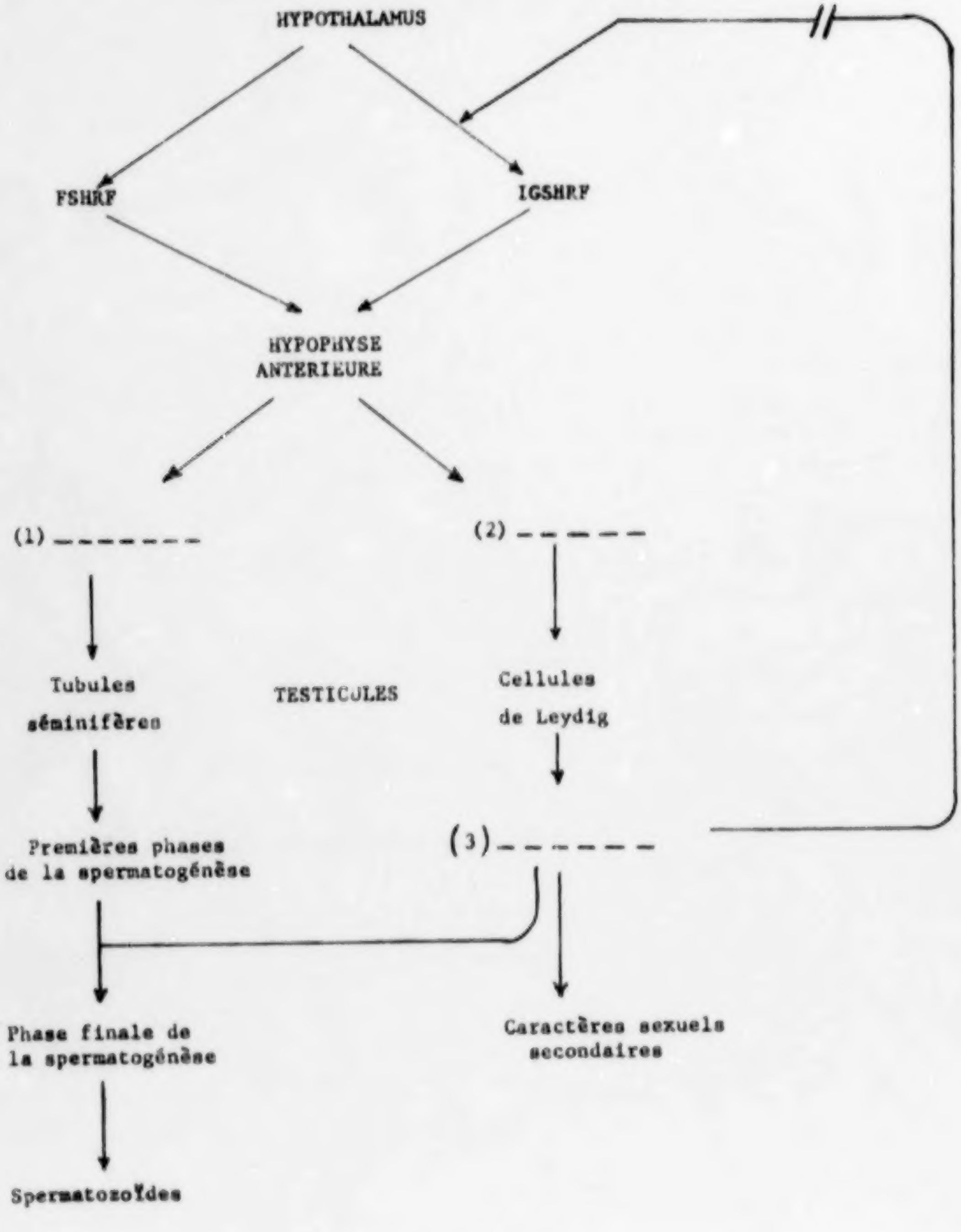
La ICSH est sécrétée par l'hypophyse antérieure en réponse à la production du ICSHRF.

La ICSH stimule la production de testostérone par les cellules de Leydig. La testostérone permettra la réalisation d'une spermatogénèse complète et par le fait même la production de spermatozoïdes fonctionnels; elle a aussi un rôle primordial en ce qui concerne le maintien des caractères sexuels mâles. Sa sècrétion est régie par un mécanisme de rétrocontrôle (feedback).

Si la testostérone est sécrétée en trop grande quantité, il y aura inhibition des libérations hypothalamiques de ICSHRF, ce qui diminue les sécrétions de ICSH, donc de testostérone. Ainsi le taux de testostérone peut être maintenu constant chez l'homme.

RETOURNE A L'ECOUTE.

Identifier les hormones (1), (2) et (3)



Le signe // indique une inhibition

Figure 18 : Le contrôle hormonal de l'activité des testicules

Mini-cours 13

ENDOCRINOLOGIE III

LES HORMONES ET LA VIE (SUITE)

Mini-cours 13

ENDOCRINOLOGIE III : LES HORMONES ET LA VIE (suite)

Objectifs de comportement

A la fin de ce mini-cours, tu dois être capable de :

1) Nommer les hormones qui interviennent dans le cycle sexuel de la femme, donner leur rôle et caractériser leur niveau de concentration selon le moment du cycle.

2) Expliquer les feedback hormonaux qui sont à l'origine de l'ovulation et de la menstruation.

3) Dire ce qui empêche la dégradation du corps jaune en cas de fécondation.

4) Dire comment le corps jaune et le placenta assurent le maintien de l'état de grossesse.

5) Nommer les hormones qui interviennent pour déclencher le travail dans l'accouchement et dire leur rôle.

6) Nommer les hormones nécessaires à la lactation et dire leur rôle.

7) Décrire le réflexe permettant l'éjection du lait à la [illegible]

8) Définir le terme de ménopause et décrire ses symptômes.

INTRODUCTION

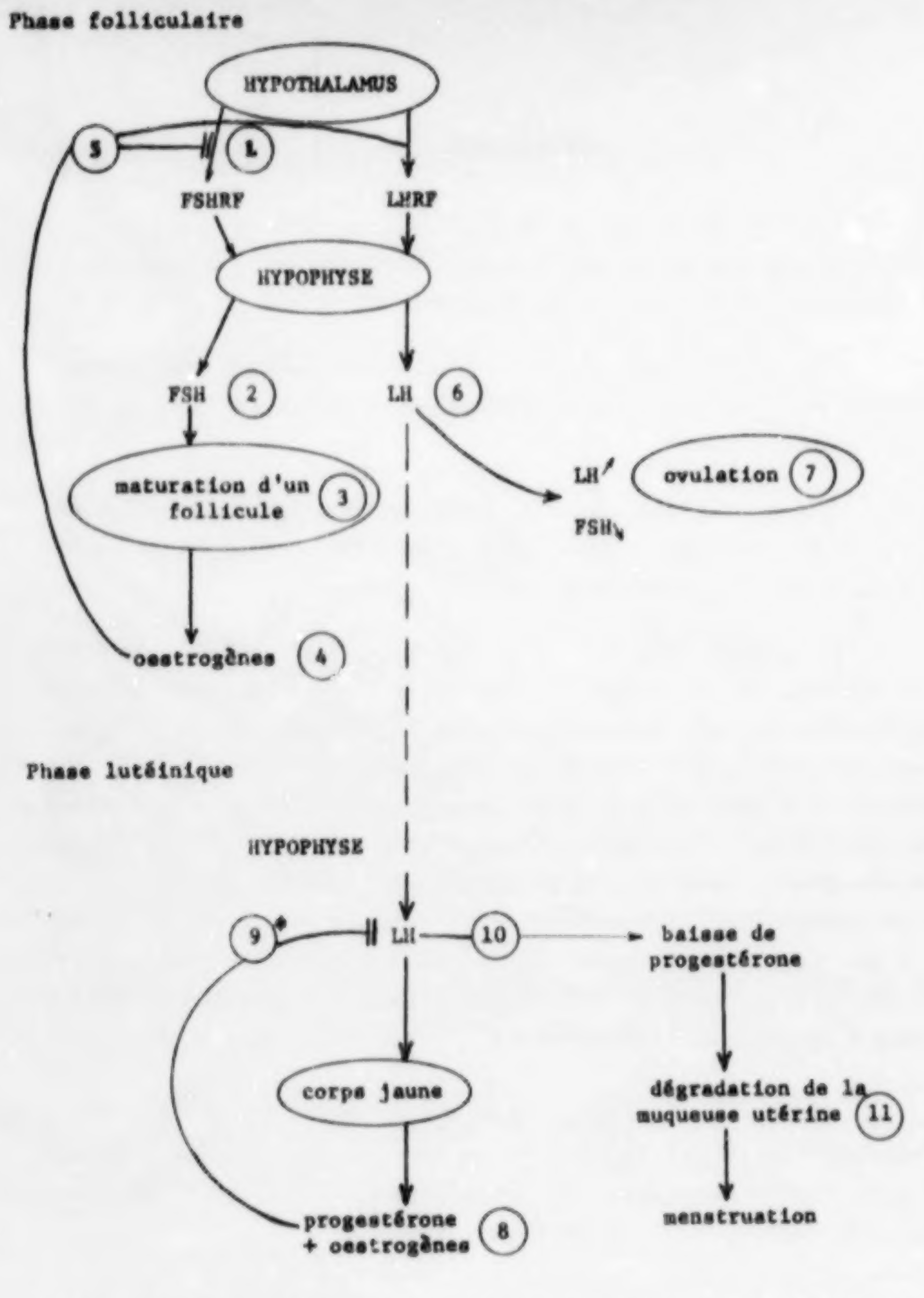
Chaque jour de la vie de chacun est différent. Et pour une femme, c'est doublement vrai, c'est une femme qui le dit.

L'organisme humain est en constante modification dans un état de déséquilibre contrôlé que notre système neuro-endocrinien cherche à rectifier à chaque instant.

Dans l'organisme masculin, les hormones sexuelles se maintiennent à un taux à peu près constant, leur diminution vers la fin de la vie se faisant de façon très progressive.

L'organisme féminin est, au contraire, habitué à des variations de taux hormonal qui se produisent d'un jour à l'autre avec des "poussées" et des "chutes" qui font que tous les jours du mois ne sont pas pareils. S'il ne faut pas exagérer les effets psychologiques de ces fluctuations hormonales, il faut admettre que chaque femme a dû s'entraîner à interpréter sa courbe quelquefois très variable d'énergie et d'humeur de façon à s'accommoder de ces ennuis passagers et à en minimiser les conséquences souvent ennuyeuses pour elle-même et les autres. Qui n'a jamais été obligé de faire l'effort de ces constants accommodements ne peut apprécier à sa pleine valeur la plasticité et l'adaptabilité de l'organisme féminin à tous les hauts et les bas que son cycle sexuel lui impose.

Ce mini-cours étudie le cycle sexuel féminin, l'état de grossesse, fatigant mais plus stable au point de vue hormonal, et la lactation, fatigante aussi, mais gratifiante dans sa composante relation personnelle avec le bébé qui vient de soi... et de l'autre aussi.



* Les oestrogènes continuent leur rétroaction négative sur la FSH tel qu'illustré plus haut en 5.

Figure 1 : Les interrelations hormonales au cours du cycle sexuel de la femme.

ETAPE 1 : LE CYCLE SEXUEL CHEZ LA FEMME

Chez l'homme, on a vu que des sécrétions hypophysaires étaient primordiales dans le maintien des caractères et des fonctions sexuelles. Il en est de même chez la femme : la FSH et la LH (ICSH chez l'homme) contrôlent conjointement le cycle sexuel de la femme.

La figure 1 illustre les interrelations hormonales dans l'organisme féminin.

Sous l'influence du FSHRF hypothalamique (1), l'hypophyse sécrète la FSH (2) ou folliculo-stimuline qui provoque la maturation d'un follicule de De Graaf (3). Le follicule en maturation produit des oestrogènes qui induisent l'épaississement de la paroi utérine (4). Ces oestrogènes, produits en quantité progressivement croissante, ralentissent, par mécanisme de feedback, les sécrétions de FSHRF et de FSH (5).

La FSH devenant moins abondante, il y aura stimulation des sécrétions de LHRF au niveau de l'hypothalamus ce qui provoquera la libération de LH par l'hypophyse antérieure (6). Simultanément il y a donc diminution des sécrétions de FSH et augmentation des sécrétions lutéiques (LH). Ce sera le rapport entre la quantité de FSH et la quantité de LH qui déterminera le moment de l'ovulation; elle se produit vers le 14e jour du cycle (7).

L'ovulation marque la fin de la phase folliculaire et le début de la phase lutéinique marquée par l'activité du corps jaune.

Sous l'influence de la LH, la paroi du follicule rompu deviendra environ 2 jours plus tard, un "corps jaune" qui sécrètera deux types d'hormones, la progestérone et les oestrogènes qui maintiendront le développement de la muqueuse utérine (8). Le taux de ces hormones dans le sang devient assez élevé pour inhiber la production de LH par l'hypophyse (9). Comme la LH permettait la sécrétion de progestérone par le corps jaune, il s'ensuit une baisse rapide du taux d'hormones ovariennes (10), ce qui provoque une dégradation de la paroi utérine, donc la menstruation (11). La menstruation se produit quatorze jours après l'ovulation quelle que soit la longueur du cycle total.

A la fin de ce cycle, les taux d'oestrogènes et de progestérone sont très bas ce qui induit l'hypophyse à sécréter à nouveau de la FSH, ce sera le début d'un nouveau cycle (1).

S'il y a fécondation de l'ovule, la sécrétion de progestérone par le corps jaune sera maintenue.

RETOURNE A L'ECOUTE.

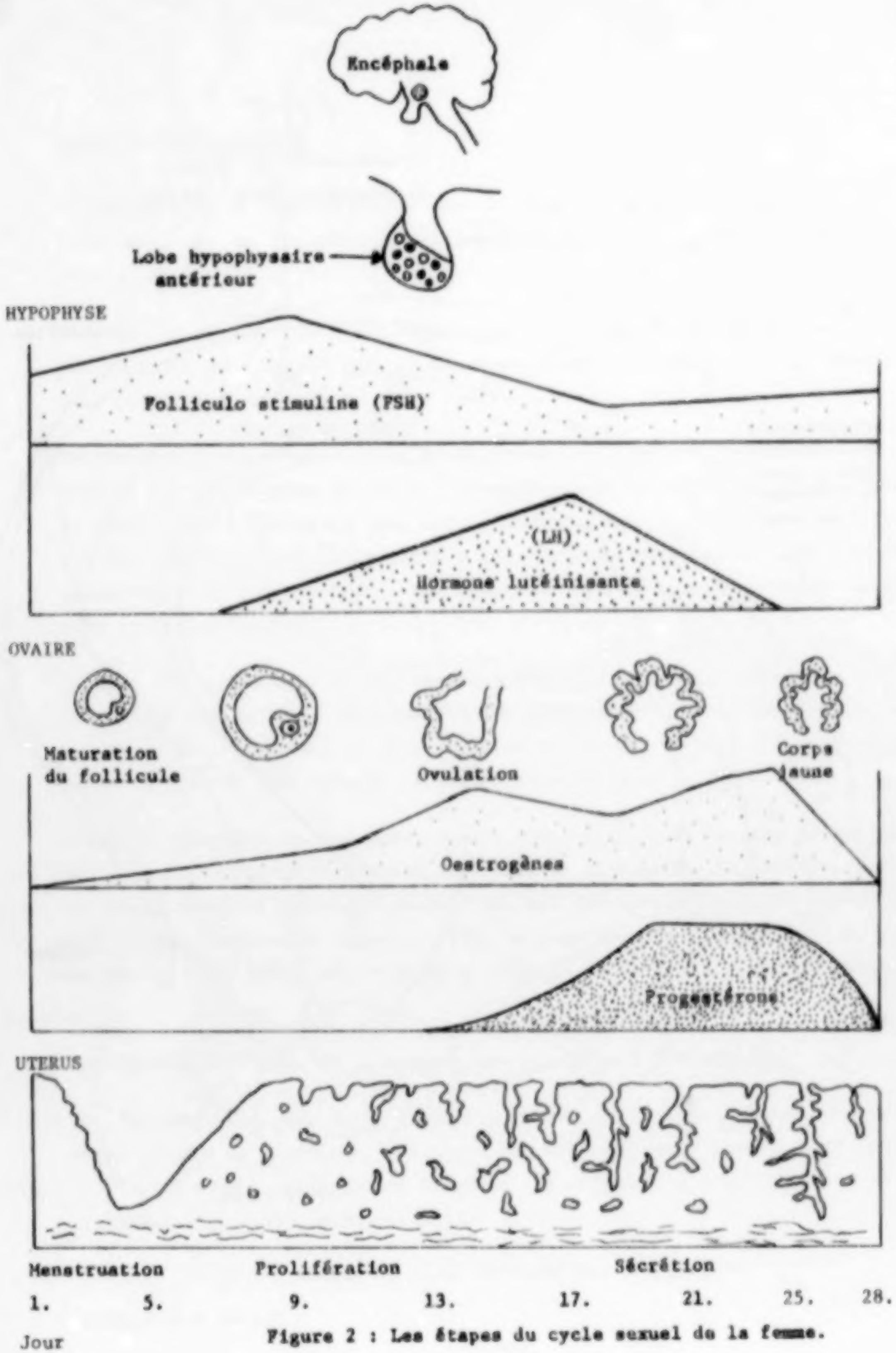


Figure 2 : Les étapes du cycle sexuel de la femme.

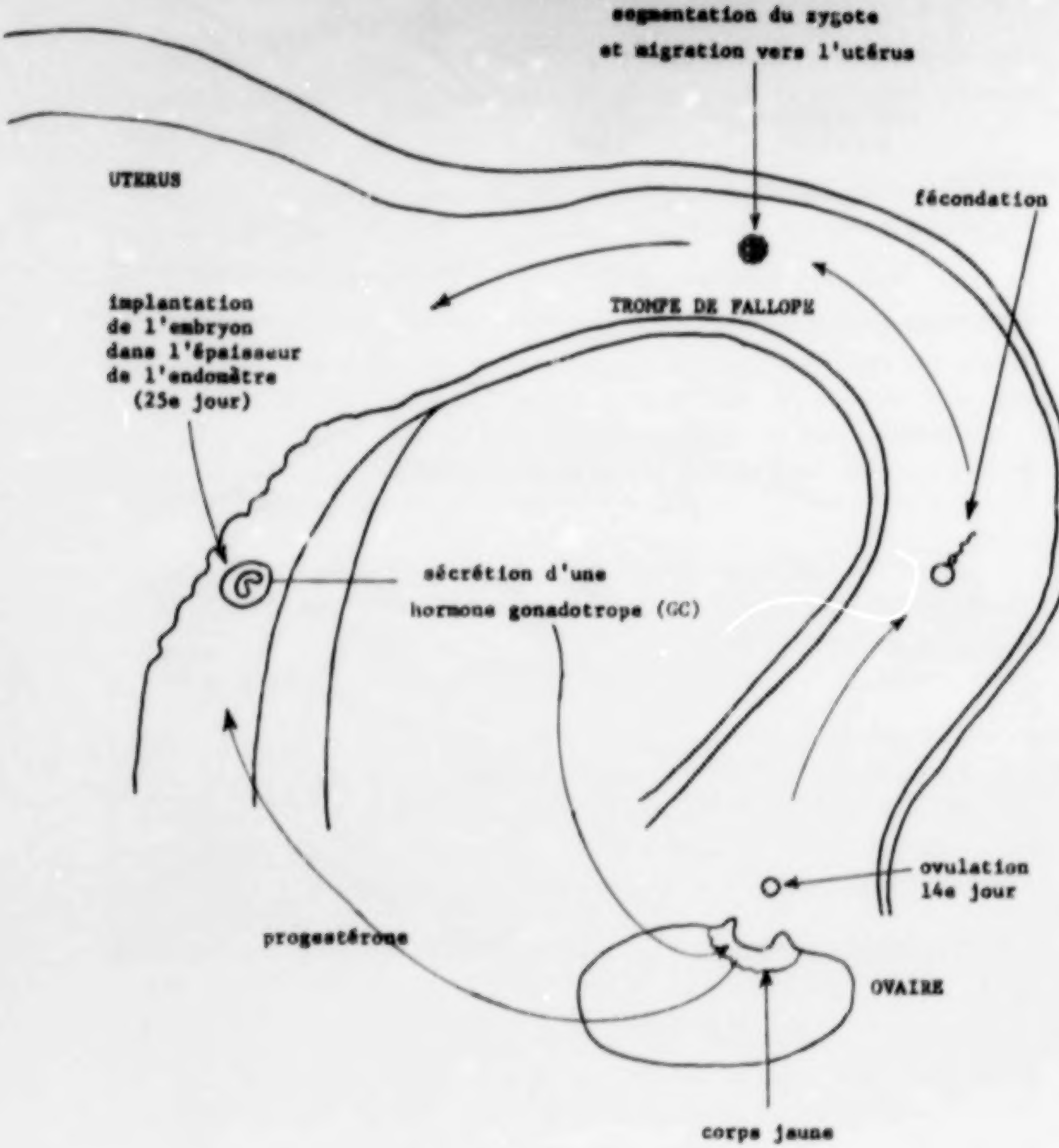


Figure 3 : Les hormones de la grossesse

ETAPE 2 : LA GROSSESSE

La fécondation de l'ovule a lieu dans le tiers externe de la trompe de Fallope (fig. 3). Le zygote commence immédiatement ses segmentations et migre vers l'utérus.

Vers le 25e jour du cycle (la fécondation a eu lieu au 14e jour) l'embryon est implanté dans l'épaisseur de la muqueuse utérine préparée à cet événement par la progestérone du corps jaune.

Pendant les trois premiers mois de la grossesse, c'est le corps jaune qui produit les oestrogènes et la progestérone, hormones qui seront nécessaires au maintien de l'épaississement utérin pendant toute la durée de la gestation. Une défection du corps jaune pendant les premières semaines entraîne une dégradation de la paroi utérine avec expulsion de l'embryon (avortement spontané ou fausse-couche).

Ce sont des cellules de l'embryon implanté qui fabriquent une hormone, la GONADOTROPHINE CHORIONIQUE, analogue à la LH hypophysaire; cette gonadotrophine maintient le corps jaune en état sécrétoire et ainsi le taux des oestrogènes et de la progestérone continue à monter dans le sang.

C'est la recherche de la gonadotrophine chorionique dans le sang ou les urines qui a servi de base à la plupart des tests de grossesse. Aujourd'hui, on fait un dosage chimique rapide (2 heures) et très précis de la GC dans les urines de la femme présumément enceinte. Dès le premier mois de grossesse, le sang ou l'urine contiennent des quantités aisément décelables de cette hormone.

Pendant la gestation, les oestrogènes et la progestérone assurent les modifications de l'utérus et la préparation des seins à l'allaitement.

Vers le troisième mois de la grossesse, c'est le placenta, organe des échanges entre la mère et le foetus, qui prend la relève du corps jaune : il fabrique à son tour les oestrogènes et la progestérone nécessaires à la poursuite de la grossesse; le corps jaune dégénère.

RETOURNE A L'ECOUTE.

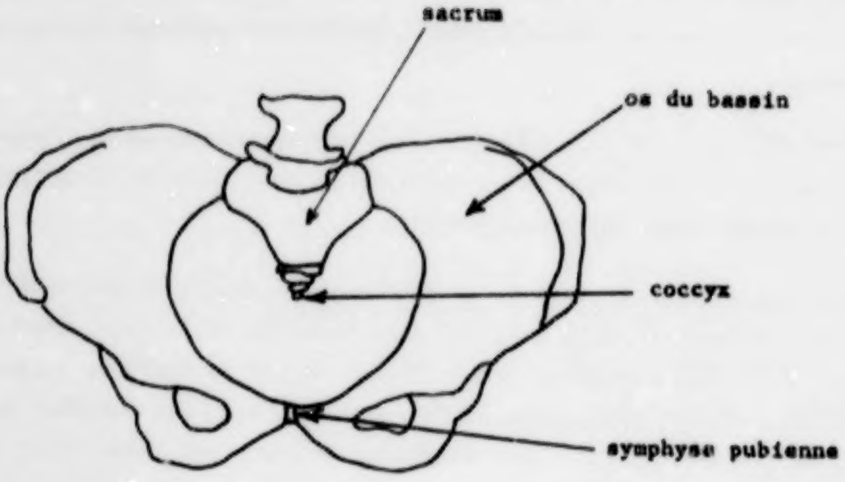


Figure 4 : Ceinture pelvienne de la femme en vue supérieure

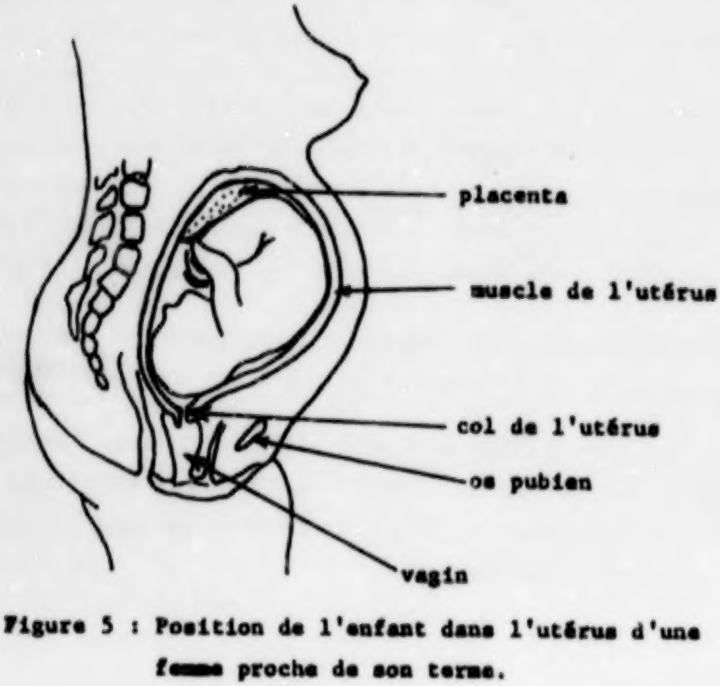


Figure 5 : Position de l'enfant dans l'utérus d'une femme proche de son terme.

ETAPE 3 : LA PARTURITION

L'expulsion de l'enfant des voies génitales au cours de l'accouchement se fait grâce aux contractions du muscle utérin.

On ne sait pas actuellement ce qui déclenche le processus; mais les facteurs suivants interviennent sans que leur importance relative puisse être mesurée :

- l'utérus est capable de se contracter seul, de façon rythmique et l'étirement de ce muscle augmente sa contractilité; à l'approche du terme de la grossesse, l'utérus se contracte donc de plus en plus facilement.
- la progestérone inhibe la contractilité utérine alors que les oestrogènes l'augmentent; chez plusieurs femmes, il y a une chute de progestérone à la fin de la grossesse alors que la concentration d'oestrogènes a tendance à augmenter.
- l'ocytocine est une neuro-hormone sécrétée par l'hypophyse postérieure; c'est un stimulant très puissant du muscle utérin.
- la relaxine, hormone sécrétée par l'ovaire au cours de la grossesse, a pour effet de faciliter le relâchement des muscles et des ligaments de la symphyse pubienne pour faciliter le passage de l'enfant (fig.4).

Au cours de l'accouchement, ces hormones agissent ainsi:

La RELAXINE dilate le col de l'utérus et relâche la symphyse pubienne; la pression mécanique exercée par le bébé à l'intérieur de l'utérus agit aussi sur la dilatation du col.

Les OESTROGENES et l'OCYTOCINE déclenchent les contractions de l'utérus qui deviennent de plus en plus fortes et fréquentes; la dilatation du col utérin, dans un feedback positif, provoque une augmentation de la sécrétion d'ocytocine donc une augmentation des contractions. Les douleurs ressenties pendant le "travail" sont dues à l'anoxie (manque d'O_2) des cellules utérines et à la forte dilatation du col. Le "travail" est la période qui s'étend des premières contractions fortes jusqu'à la naissance.

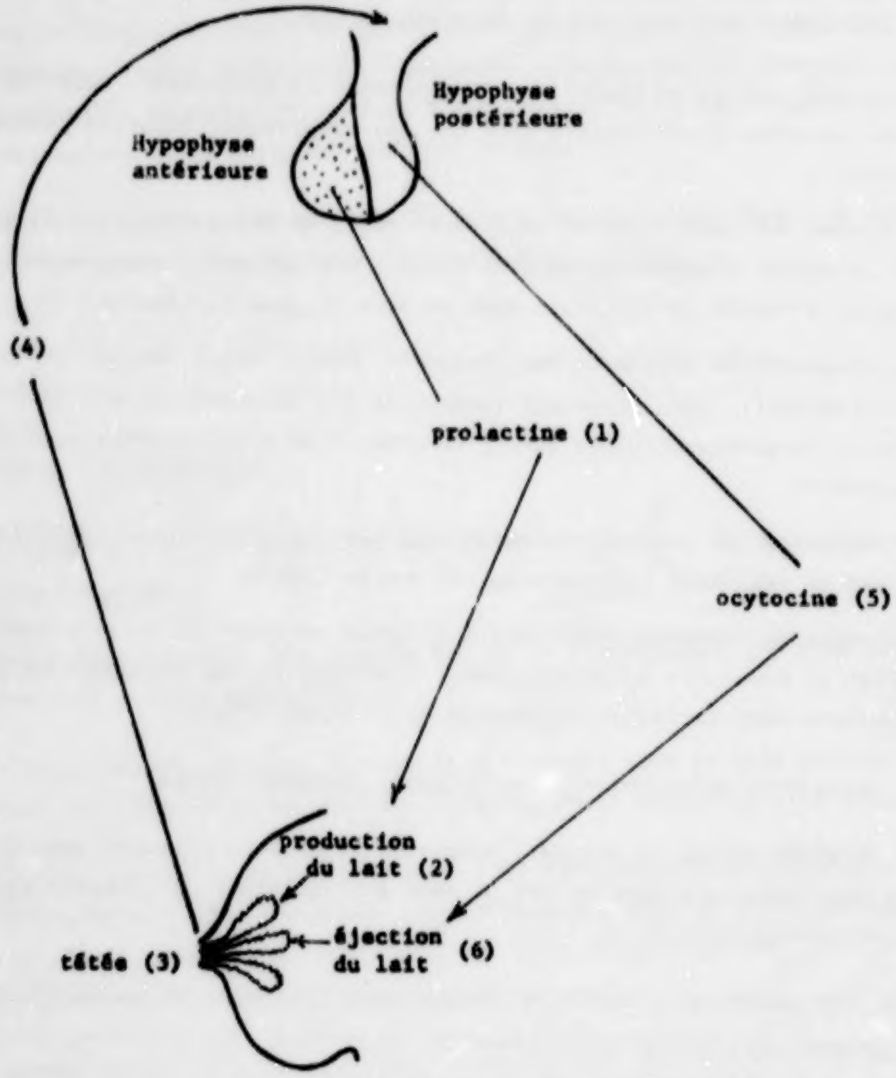


Figure 6 : La lactation et les hormones hypophysaires

Lorsque la tête de l'enfant s'engage dans l'ouverture du col, la puissance des contractions devient maximum et l'enfant est expulsé en quelques minutes.

Après la sortie de l'enfant, vient un temps de repos, puis les contractions reprennent; elles décollent le placenta. L'expulsion du placenta, appelée "délivrance", entraîne chez la mère une brusque chute des concentrations d'oestrogènes et de progestérone dans le sang.

Après la naissance, d'autres modifications se produisent dans l'organisme de la mère, qui lui permettront d'allaiter son enfant.

ETAPE 4 : LA LACTATION

La formation du lait dans la glande mammaire suppose l'intervention de plusieurs hormones.

Pendant la grossesse, les oestrogènes et la progestérone ont développé en volume les glandes mammaires.

A l'accouchement, la chute de ces deux hormones dans le sang provoque au niveau de l'hypophyse antérieure la sécrétion de PROLACTINE (1) (fig.6).

La prolactine amène la production de lait dans les canaux sécréteurs de la glande mammaire (2). Au début, les seins produisent du colostrum qui a une composition sensiblement différente du lait. Progressivement, (quelques jours), la production de lait parfait s'installe.

La production du lait, amenée par la prolactine, et l'éjection du lait sont deux phénomènes différents. L'enfant ne peut aspirer le lait des glandes mammaires.

Lorsque le nourrisson tète le mamelon (3), il s'établit chez la mère un réflexe par voie nerveuse. La succion détermine l'envoi de signaux nerveux (4)

par l'intermédiaire de la moelle épinière et de l'hypothalamus, signaux qui provoquent la production d'ocytocine (5). Par voie sanguine, l'ocytocine atteint la glande mammaire où elle détermine la contraction des canaux sécréteurs et provoque l'éjection du lait (6) dans les canaux qui aboutissent au mamelon. Plusieurs secondes s'écoulent donc entre le moment où le nourrisson commence à téter et le moment où l'éjection du lait se produit.

Tant que le lait est enlevé des seins aussi rapidement qu'il est formé, l'hypophyse continue à produire de la prolactine alors que la sécrétion de FSH et de LH est insuffisante pour entraîner une ovulation dans les ovaires. C'est pourquoi, chez une femme qui allaite son enfant, le cycle menstruel ne réapparaît pas avant plusieurs mois. Cette inhibition de la prolactine est quelquefois de courte durée et certaines femmes commencent à ovuler malgré l'allaitement.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 5 : MENOPAUSE

Définition : . . . .

. . . .

Symptômes : . . . .

. . . .

. . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

Exercice-synthèse

La vie d'une femme pubère est marquée d'une série de cycles sexuels réglés par les hormones hypophysaires et ovariennes. Ces cycles sont susceptibles d'être interrompus par des grossesses et la ménopause marque leur arrêt de façon définitive.

Le cycle sexuel.

C'est l'hypothalamus qui stimule d'abord l'hypophyse par un RF, le . . . . . . Sous son influence, la FSH est produite par l'hypophyse et atteint l'ovaire par la circulation sanguine.

1- Quelle est l'action de la FSH sur l'ovaire ?

. . . .

. . . .

. . . .

Par un feedback négatif sur l'hypophyse, les oestrogènes de l'ovaire modifient l'activité de l'hypophyse et permettent que se produise la situation hormonale nécessaire à l'ovulation.

2- Explique les interactions hormonales impliquées :

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

L'activité du corps jaune marque la deuxième phase du cycle sexuel de la femme.

3- Quelle hormone assure le développement du corps jaune ?

. . . .

4- Quel est le rôle du corps jaune

. . . .

. . . .

5- Quelle est la cause hormonale de l'apparition des "règles" ou menstruation?

. . . .

. . . .

La grossesse

6- Comment le corps jaune est-il maintenu dans les premières semaines de la grossesse ? . . . .

. . . .

. . . .

7- Quel effet sur la grossesse aurait l'ablation des ovaires au deuxième mois de cette grossesse ? Explique :

. . . .

. . . .

. . . .

8- Si cette ablation se faisait au cinquième mois, l'effet serait-il le même ? Explique : . . . .

. . . .

9- Comment l'analyse d'urine peut-elle indiquer qu'une femme est enceinte ?

. . . .

. . . .

. . . .

L'accouchement

Bien que le facteur (s'il existe) qui déclenche l'accouchement soit inconnu, certains facteurs mécaniques et hormonaux assurent la poursuite du travail et l'accouchement.

10- Quel est le facteur mécanique qui stimule les contractions utérines ?

. . . .

. . . .

11- Quelles sont les hormones qui interviennent au cours du travail ?

. . . .

12- Quelle est l'action de chacune ? . . . .

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

La lactation

13- Quelles hormones achèvent le développement des glandes mammaires pendant la grossesse ? . . . .

14- Explique le mécanisme hormonal qui assure, après l'accouchement, la formation du lait dans les glandes mammaires ?

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

15- C'est au moment de la tétée que l'éjection du lait peut se produire. Explique le mécanisme neuro-hormonal impliqué ?

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

16- Comment expliquer que plusieurs femmes ressentent des contractions utérines pendant la tétée ?

. . . .

. . . .

17- Crois-tu qu'il y ait une explication physiologique au fait que certaines femmes ont un écoulement de lait quand leur bébé crie ?

. . . .

. . . .

18- Est-il étonnant que des facteurs psychologiques puissent affecter la production de lait chez une femme ?

. . . .

. . . .

. . . .

La lactation est un des meilleurs exemples d'interrelation entre de nombreux mécanismes hormonaux et d'une coordination neuro-endocrinienne.

Cette coordination neuro-endocrinienne se retrouvera dans l'étude de tous les grands systèmes du corps humain.

Montréal, juin 1977.

15-3118

Imprimé au collège Ahuntsic

CAHIER DE
L'ÉTUDIANT (II)

Collège de Rosemont
Département de Biologie
1977

BIOLOGIE HUMAINE

E D U Q 8270044d

Cahier 2
Tome I

CAHIER DE TRAVAIL
de l'étudiant

BIOLOGIE HUMAINE I

Collège de Rosemont
Département de biologie

© Collège de Rosemont
Tous droits réservés
Dépôt légal à la Bibliothèque Nationale

Les textes sont de

Claude Champagne
Brigitte Ouellette Farré
Lucette Lalonde Lapierre,

professeurs au département de Biologie
du Collège de Rosemont,

et de

André Boivin,

professeur au département de Biologie
du Collège Edouard-Montpetit,

avec la collaboration occasionnelle de

Réal Gravel et
Renée Lamy Brazeau,

professeurs au département de Biologie
du Collège de Rosemont.

Le graphisme a été fait par

Lise Boivin
Carmen Bacon
Andrés Farré

Le travail de dactylographie a été exécuté par

Yvonne Hétu

Le travail de revision et de mise en page en vue de la diffusion a été fait par

Brigitte Ouellette Farré

Mini-cours 1

LE MICROSCOPE OPTIQUE

Mini-cours 1

LE MICROSCOPE OPTIQUE

Objectifs de comportement

A la fin de ce mini-cours tu dois être capable de :

1- Identifier les parties mécaniques et optiques du microscope

2- Donner le rôle de chacune des parties mécaniques et optiques du microscope

3- Décrire le trajet des rayons lumineux dans le système optique du microscope

4- Expliquer comment se forment les images dans le microscope

5- Expliquer comment se calcule le grossissement d'un microscope et pourquoi il se calcule ainsi

6- Décrire la procédure à suivre pour faire la mise au point aux grossissements utilisés

7- Réaliser rapidement une mise au point aux grossissements utilisés

8- Réaliser une préparation de cellules d'Elodée

9- Calculer le diamètre de champ à un grossissement de 40X à l'aide d'un papier millimétré

10- Etablir une relation entre le diamètre de champ et le grossissement

11- Définir le micromètre et convertir des millimètres en micromètres

12- Identifier les différents types de coupes microscopiques et les interpréter.

INTRODUCTION

Pour le biologiste, le microscope est l'instrument qui a permis de franchir la frontière de l'infiniment petit. Du début de son utilisation date la découverte de la cellule dont on sait qu'elle est le siège des phénomènes vitaux.

Les progrès foudroyants de la technologie au cours du dernier demi-siècle ont amené des raffinements très variés dans l'instrumentation reliée à la microscopie, mais le microscope optique demeure, pour le biologiste débutant, d'utilisation simple et pratique, tout en lui permettant de connaître les joies de la découverte.

Ce mini-cours sur le microscope optique veut surtout permettre à l'étudiant de connaître son microscope, d'en maîtriser l'utilisation de façon à retirer le maximum de renseignements à partir de ses observations.

Nous donnerons une explication succincte des phénomènes optiques amenant la formation des images dans l'appareil. Après une description des pièces et un aperçu de leur rôle, nous amènerons l'étudiant à découvrir les possibilités de son microscope et à constater aussi les limites de son utilisation.

ETAPE 1 : PARTIES MECANIQUES ET OPTIQUES DU MICROSCOPE ET ROLE DE CHACUNE

Le microscope se compose de deux systèmes principaux: le STATIF et le SYSTEME OPTIQUE.

LE STATIF

C'est l'ensemble de toutes les parties mécaniques du microscope. Il comprend:

- le tube: il supporte à chaque extrémité une partie du système optique, oculaire et objectifs.
- le révolver: pièce circulaire qui supporte les objectifs: il tourne sur lui-même pour placer l'objectif choisi dans l'axe du tube optique.
- la potence: en forme de poignée, elle supporte les autres parties mécaniques; elle comprend aussi deux mécanismes:
  - la vis macrométrique qui permet d'ajuster rapidement la distance entre l'objectif et l'objet à examiner; elle sert à faire une mise au point grossière;
  - la vis micrométrique qui permet d'ajuster lentement la distance entre l'objectif et l'objet à examiner; elle sert à la mise au point finale.
- la platine: pièce perpendiculaire à la potence, percée d'une ouverture en son centre; elle sert à soutenir l'objet à examiner. Cet objet est retenu par un valet et on peut le déplacer à l'aide de deux vis de guidage.
- le pied: pièce lourde qui assure la stabilité de l'appareil et qui supporte tout l'ensemble.

LE SYSTEME OPTIQUE

C'est l'ensemble des lentilles et du système d'éclairage qui permet d'obtenir une image agrandie de l'objet qu'on examine. Il comprend:

- la source lumineuse: incorporée au pied, elle sert à illuminer l'objet.
- le condensateur: système de lentilles qui concentre la lumière sur l'objet. Il peut être abaissé ou élevé par une vis de contrôle ou autrement.
- le diaphragme-iris: fixé sous le condensateur, il s'ouvre ou se ferme grâce à une tige de contrôle; il sert à laisser passer plus ou moins de lumière en provenance de la source lumineuse et permet ainsi de contrôler la quantité de lumière qui arrive à l'objet.
- les objectifs: donnent une première image agrandie de l'objet, le chiffre inscrit sur chacun indique le nombre de fois que l'objet est grossi par cet objectif. Ainsi l'objectif 40X donne une image 40 fois plus grande que l'objet. Chaque objectif est formé de plusieurs lentilles convergentes.
- l'oculaire: agrandit à son tour l'image donnée par l'objectif. Le chiffre inscrit sur l'oculaire indique le nombre de fois qu'il grossit cette image donnée par l'objectif. Il est formé de deux lentilles convergentes.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 2 : TRAJET DES RAYONS LUMINEUX DANS LE MICROSCOPE

La figure 1 montre comment un faisceau de lumière produit par une source lumineuse voyage à travers le système optique du microscope.

D'abord, le faisceau sort de la source lumineuse et se dirige vers le condensateur. Les lentilles du condensateur ramassent cette lumière et la dirigent sur l'objet. Remarque que le diaphragme-iris qui peut être plus ou moins ouvert contrôle le diamètre du faisceau lumineux; en effet, si le diaphragme-iris est fermé, le diamètre du faisceau lumineux sera très petit.

Au sortir de cet ensemble "condensateur - diaphragme-iris", le faisceau lumineux passe à travers l'objet, pénètre dans l'objectif et passe à travers les lentilles de l'objectif qui dirigent le faisceau lumineux vers l'oculaire. Enfin, le faisceau lumineux continue sa course à travers le tube, arrive à l'oculaire qui le concentre vers l'oeil de l'observateur.

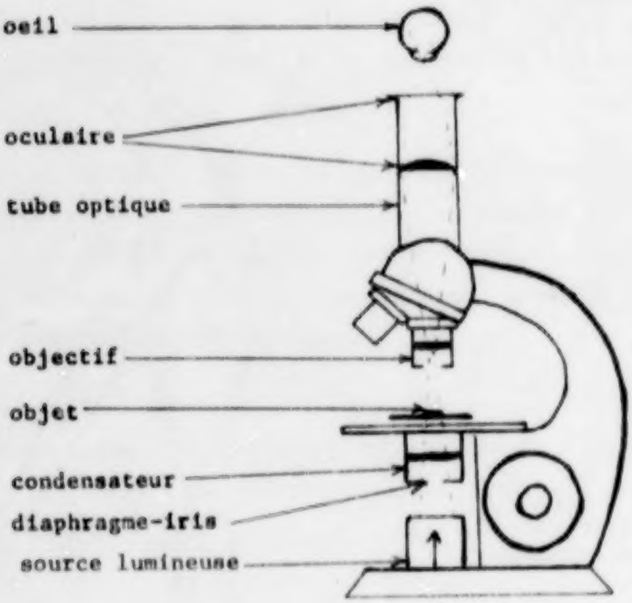


Figure 1 : Le trajet de la lumière dans le microscope

RETOURNE A L'ECOUTE.

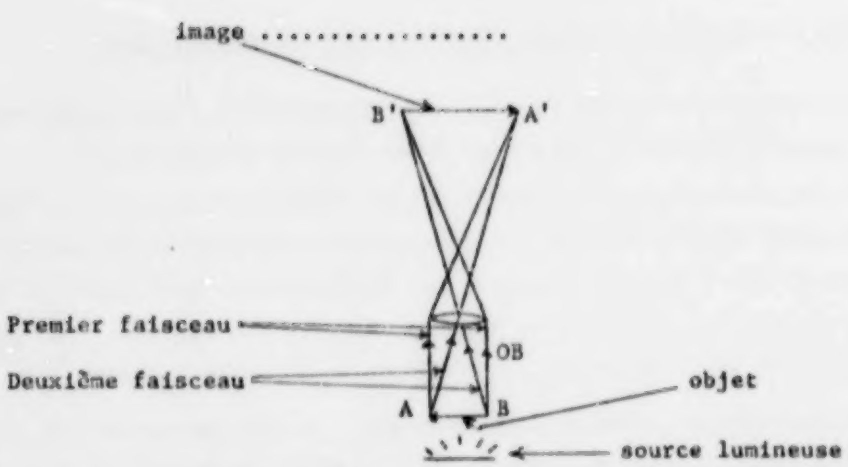


Figure 2: Action de l'objectif sur les rayons lumineux

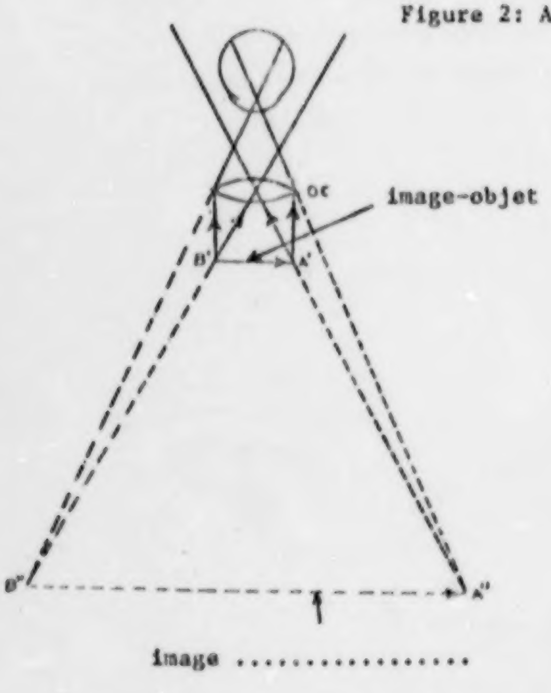


Figure 3: Action de l'oculaire sur les rayons lumineux

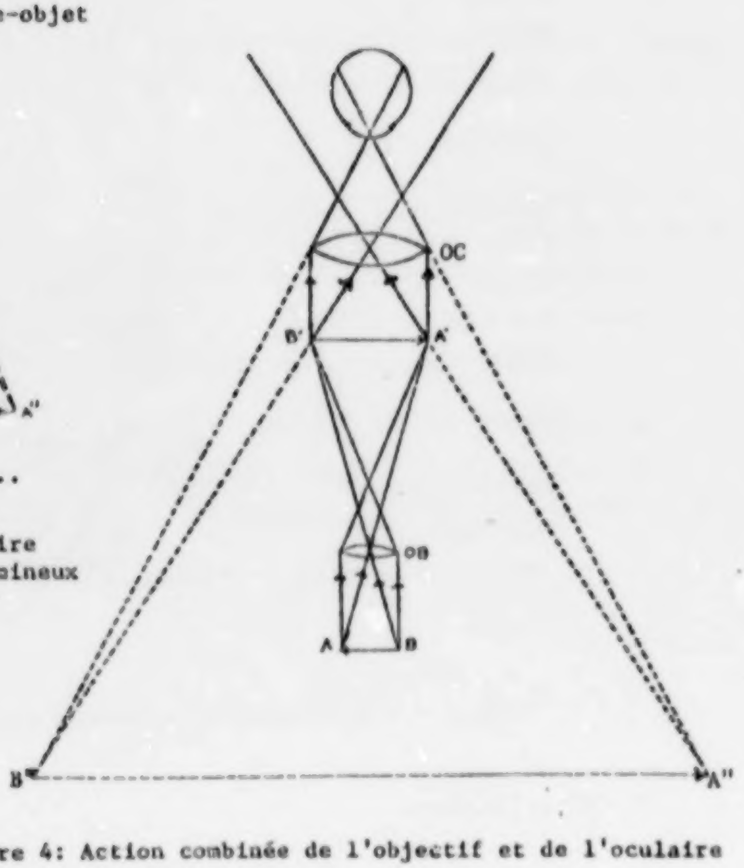


Figure 4: Action combinée de l'objectif et de l'oculaire

ETAPE 3 : FORMATION DES IMAGES DANS LE MICROSCOPE

Tu sais qu'il est possible d'obtenir des images avec des lentilles. La preuve: une loupe est une lentille et il est possible d'obtenir une image agrandie d'un objet qu'on regarde avec une loupe. Le microscope est composé de plusieurs types de lentilles dont l'ensemble donne une image agrandie d'un objet quelconque.

Simplifions les choses. La figure 2 montre un objet AB placé devant une lentille OB en l'occurrence l'objectif. La lumière traverse l'objet et passe à travers l'objectif; une première image A' B' se forme. Remarque que cette image, dont la position et les caractéristiques sont déterminées par la rencontre de deux faisceaux lumineux, est inversée par rapport à l'objet et qu'elle est plus grande que lui.

La figure 3 indique une lentille OC en l'occurrence l'oculaire et, devant l'oculaire, l'image A' B' de la figure 2. De cette image-objet A' B', on obtient une image A" B" qui se forme du même côté de la lentille que l'image-objet, car c'est de ce côté que se rencontrent les deux faisceaux lumineux provenant de A' B'.

Pour t'en convaincre, prends la loupe sur ta table de travail et examine ce texte attentivement. Tu remarques que tu obtiens une image agrandie du texte, mais qu'elle est située du même côté et par surcroît que cette image est située en-dessous du texte proprement dit: l'image est donc plus basse que la feuille de papier que tu regardes.

Qu'arrive-t-il si on combine l'action de l'objectif et de l'oculaire sur le trajet des rayons lumineux pour la formation de l'image finale perçue par l'oeil: la figure 4 le démontre: elle n'est rien d'autre que la combinaison des figures 2 et 3.

Réunissons toutes ces données et voyons comment elles s'appliquent au microscope de la figure 5, mais cette fois en introduisant un objet AB; on obtient une image intermédiaire A' B' dans le tube près de l'oculaire: à noter que A'B' est inversée par rapport à l'objet AB; puis A' B' devient l'objet pour l'oculaire qui en donne une image définitive A'' B'' qui est toujours inversée par rapport à l'objet AB, mais qui est très agrandie par rapport à cet objet microscopique.

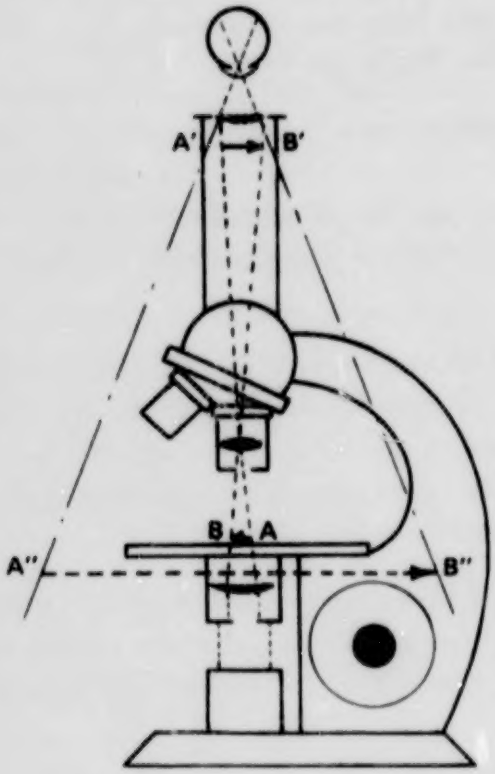


Figure 5 : La formation des images dans le microscope

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 4 : CONCEPT DE "GROSSISSEMENT"

Une lentille grossit toujours un certain nombre de fois. Ce nombre dépend de la forme de la lentille.

Un objectif marqué 40X grossit 40 fois. Un oculaire marqué 10X grossit 10 fois. Si, à la figure 2, l'objet AB mesure un millimètre et l'objectif est un 40X, l'image A' B' mesurera donc 40 millimètres.

Si à la figure 3, l'oculaire est marqué 10X, l'image A" B" obtenue par cet oculaire sera donc de 400 millimètres, c'est-à-dire 10 fois plus grande que l'image A' B' qui n'a que 40 millimètres.

Ainsi, l'image finale apparente obtenue par le microscope est de 400 millimètres, c'est-à-dire qu'elle est 400 fois plus grande que l'objet AB qui n'a qu'un millimètre.

Remarque que ce facteur de 400 est égal au produit du grossissement de l'objectif (40 fois) par le grossissement de l'oculaire (10 fois).

Donc, le grossissement total du microscope est égal à : grossissement de l'objectif X grossissement de l'oculaire. Ce grossissement total est toujours symbolisé par "G".

Trouve le "G" dans les cas suivants:

objectif / oculaire	5X	10X	40X	100X
10X				

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 5 : MISE AU POINT AVEC LE MICROSCOPE

Pour faire la mise au point sur une préparation, il est important de suivre l'une après l'autre les directives suivantes:

1) Placer le microscope de façon à ce que la potence soit du côté de l'observateur.

2) Nettoyer les lentilles de l'oculaire et des objectifs ainsi que la lentille frontale du condensateur. Utiliser uniquement le papier à lentille et le liquide mis à votre disposition.

3) Allumer la lumière. Placer l'objectif le plus faible dans l'axe du tube optique. Eloigner au maximum cet objectif de la platine à l'aide de la vis macrométrique.

4) Placer la préparation, lamelle vers le haut, entre les valets et centrer l'objet sous l'objectif à l'aide des vis de guidage.

5) Approcher lentement, avec la vis macrométrique, cet objectif de l'objet à examiner jusqu'à ce que l'image apparaisse.

6) Ajuster la hauteur du condensateur et l'ouverture du diaphragme-iris jusqu'à ce que l'image apparaisse nette et suffisamment éclairée.

7) Amener la préparation au centre du cercle d'observation (ce qu'on désignera dorénavant comme le CHAMP D'OBSERVATION).

8) Pour passer à un grossissement plus fort, tourner le révolver pour amener l'objectif 10X dans l'axe du tube optique, sans toucher aux vis macrométrique et micrométrique. Régler l'ouverture du diaphragme-iris et la hauteur du condensateur pour obtenir la meilleure luminosité possible.
   Parfaire la mise au point avec la vis micrométrique uniquement.

9) Pour passer à l'objectif 40X, tourner le révolver pour amener cet objectif dans l'axe du tube optique. En regardant dans le microscope, régler l'ouverture du diaphragme-iris et la hauteur du condensateur pour obtenir la meilleure luminosité possible.

Parfaire très lentement la mise au point finale avec la vis micrométrique.

REMARQUES IMPORTANTES:

1) Une fois la mise au point faite avec l'objectif le plus faible, il n'est plus nécessaire de toucher à la vis macrométrique parce que le microscope est spécialement construit pour que la mise au point ne soit pas à refaire en passant à l'objectif 10X, puis à l'objectif 40X: un réajustement de la vis micrométrique suffit.

2) Plus le grossissement est important, plus le condensateur est relevé, et plus le diaphragme-iris est fermé.

3) Le premier champ d'observation ne contient pas nécessairement les éléments les plus intéressants à étudier.

Pour les découvrir, il faut prendre l'habitude d'explorer toute la préparation à l'aide des vis de guidage.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 6 : PREPARATION DE CELLULES D'ELODEE

Tu dois suivre point par point les étapes suivantes qui expliquent comment faire une préparation de cellules vivantes d'Elodée.

1) Prélève avec des pinces une feuille d'Elodée à la partie apicale (au bout supérieur) de la plante, là où les feuilles sont jeunes et minces.

2) Place cette feuille d'Elodée au centre d'une lame de verre propre. Une lame mesure environ 2.5 cm de large sur 7.5 cm de long.

3) A l'aide d'un compte-gouttes, dépose une goutte d'eau sur la feuille d'Elodée. De préférence, utilise l'eau dans laquelle les Elodées sont placées.

4) Dépose une lamelle de verre propre sur la feuille d'Elodée. Une lamelle mesure environ 2 cm sur 2 cm; elle est mince et fragile.

5) Enlève le surplus d'eau autour de la lamelle en utilisant un papier buvard (papier filtre ou papier essuie-main); assure-toi que le dessous de la lame n'est pas mouillé.

La préparation est maintenant prête à être observée au microscope.

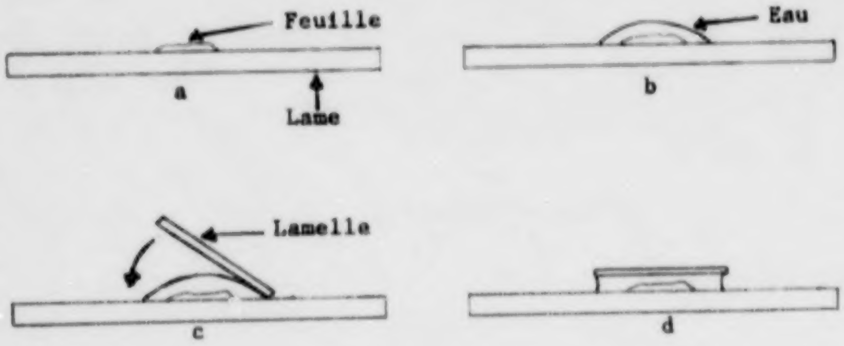


Figure 6 : Comment faire une préparation

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 7 : OBSERVATION DE LA FEUILLE D'ELODEE

Pour chacune des observations que tu dois faire dans cette étape, compare toujours ce que tu vois aux photos-couleur qui sont dans le Cahier de Documents. Ces photos sont intitulées: "Vue microscopique de la feuille d'Elodée."

Fais d'abord la mise au point sur la feuille d'Elodée au plus faible grossissement.

Remarque l'allure générale de la feuille.

Est-il possible de voir de façon précise les cellules d'Elodée à ce grossissement ?

. . . .

Peux-tu distinguer la forme des cellules ?

. . . .

Peux-tu distinguer le contenu des cellules ?

. . . .

Je suppose que tu te rends compte que tu dois passer à un grossissement plus fort pour raffiner tes observations.

Fais donc la mise au point à un G = 100X. Remarque que les cellules sont placées un peu comme les briques d'une maison. Remarque que les cellules sont plus longues que larges et que chaque cellule est dans le sens de la longueur de la feuille. Compte le nombre de cellules (dans le sens de leur longueur) qui entrent dans le diamètre du champ d'observation (diamètre de champ).

Au grossissement G = 100X, le nombre de cellules est: . . . .
(évalue les fractions de cellule)

Refais la même chose à un G = 400X.

A ce grossissement, le nombre de cellules est: . . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 8 : QUESTIONS SUR LES OBSERVATIONS PRECEDENTES

Réponds aux questions suivantes:

1. Combien y a-t-il de cellules d'Elodée dans le diamètre de champ à G = 400X ?

   . . . .

2. Combien y en a-t-il à G = 100X ?

   . . . .

3. Entre G =100X et G = 400X, le facteur de grossissement est de 4.

   Si je divise le nombre de cellules à G = 100X par ce facteur de 4, est-ce que ce nombre correspond à peu près au nombre de cellules comptées à G = 400X ?

   . . . .

   (Il devrait normalement correspondre à peu de chose près.)

4. Entre G = 40X et G = 400X, il y a un facteur de grossissement de

   . . . . (nombre)

5. Par le même raisonnement que précédemment, le nombre de cellules requises qui entrent dans le diamètre de champ à 40X devrait être aux environs de

   . . . . (nombre) cellules

RETOURNE A L'ECOUTE.

6. En observant un carré de papier millimétré entre lame et lamelle, calcule à G = 40X combien mesure le diamètre de champ en millimètres.

   . . . .

7. Ainsi à G = 40X, il y a

. . . . (nombre) cellules (cf. question 5) ;

à ce même G, le diamètre mesure

. . . . millimètres. Ainsi, une cellule mesure approximativement

. . . . (nombre) millimètres de longueur.

8. Est-ce possible de voir à l'oeil nu une longueur semblable (la longueur d'une cellule) ?

. . . .

Ce qui veut dire que même si une cellule apparaît grosse dans le microscope, elle est en réalité très petite.

9. A un G = 40X, je vois . . . . (plus ou moins) de cellules qu'à un G = 100X ou à un G = 400X.

10. A un G = 100X, je vois. . . . . (plus ou moins) de cellules qu'à un G = 400X.

11. Si je regarde dans le microscope, mais qu'il n'y a pas d'objet à examiner, est-ce que le diamètre de champ semble plus grand, plus petit, ou pareil pour les G = 40X, 100X ou 400X ?

. . . .

12. La largeur (diamètre) du champ est donc très relative et même s'il ne semble pas diminuer, il est en fait de plus en plus

. . . . (grand ou petit) à mesure que le G augmente.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 9 : ETUDE DE DIVERS PLANS DE COUPES HISTOLOGIQUES

Coupe longitudinale

Supposons que nous avons une tige dont le "coeur" est d'une couleur différente de celle de l'"écorce". On la sectionne dans le sens de la longueur pour obtenir une coupe longitudinale. On peut faire cette coupe à différents niveaux toujours parallèlement à l'axe de la tige. Selon ces niveaux différents de coupe, on obtient des préparations microscopiques dont l'aspect peut varier beaucoup de l'une à l'autre.

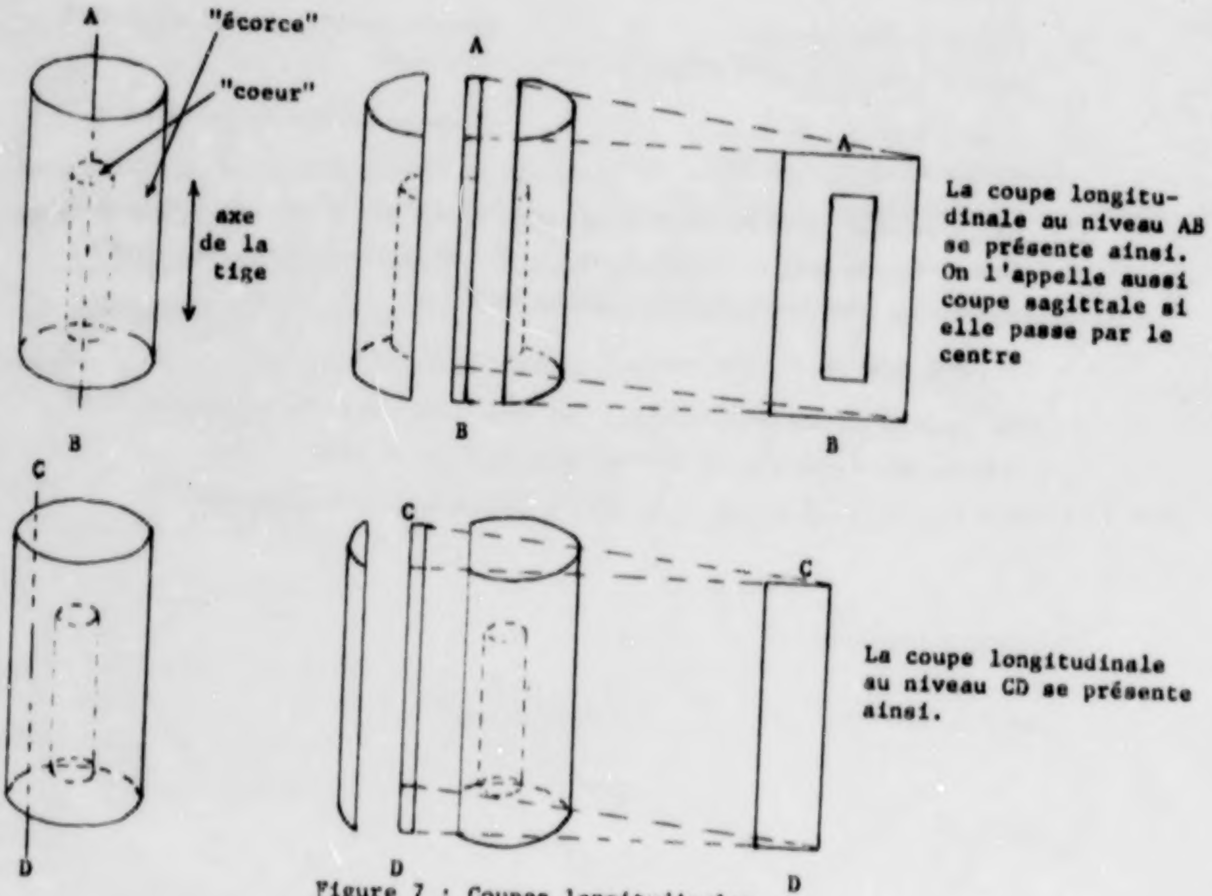


Figure 7 : Coupes longitudinales

Coupe transversale

Sur la même tige, effectuons une coupe perpendiculairement au grand axe: on obtient une mince tranche circulaire; c'est une coupe transversale.

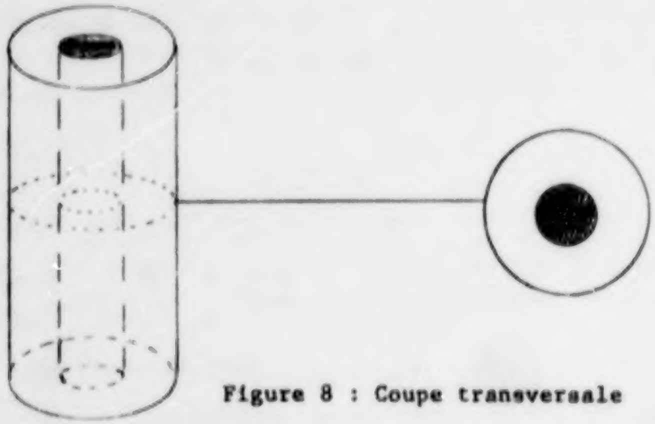


Figure 8 : Coupe transversale

Dans cet exemple, quel que soit le niveau de la coupe transversale effectuée, la préparation microscopique obtenue a toujours un aspect identique.

Cependant, selon la forme de l'objet qu'on sectionne, les coupes transversales obtenues à différents niveaux peuvent varier beaucoup dans leur aspect.

Voyons ce que donneraient diverses coupes transversales d'un oeuf cuit dur.

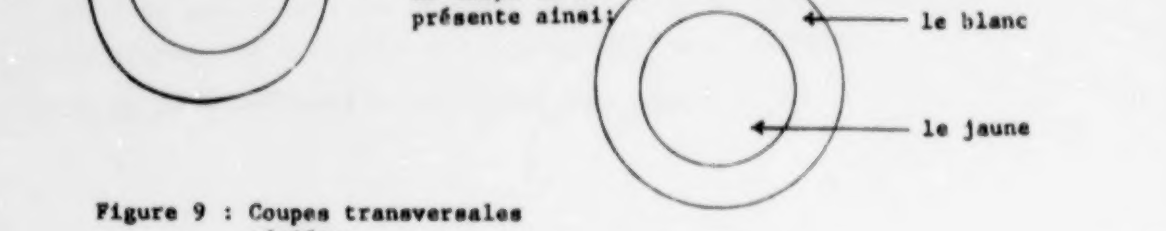


Figure 9 : Coupes transversales sériées

Dans l'étude de la cellule, on obtient souvent le genre de coupes illustrées à la figure 9.

Quand on étudie un tissu fait de cellules juxtaposées, selon les niveaux de section dans le tissu, on obtient des coupes de cellules où le noyau est visible et d'autres où il n'est pas visible; le plan de coupe indique alors que la section est passée ou non par le noyau.

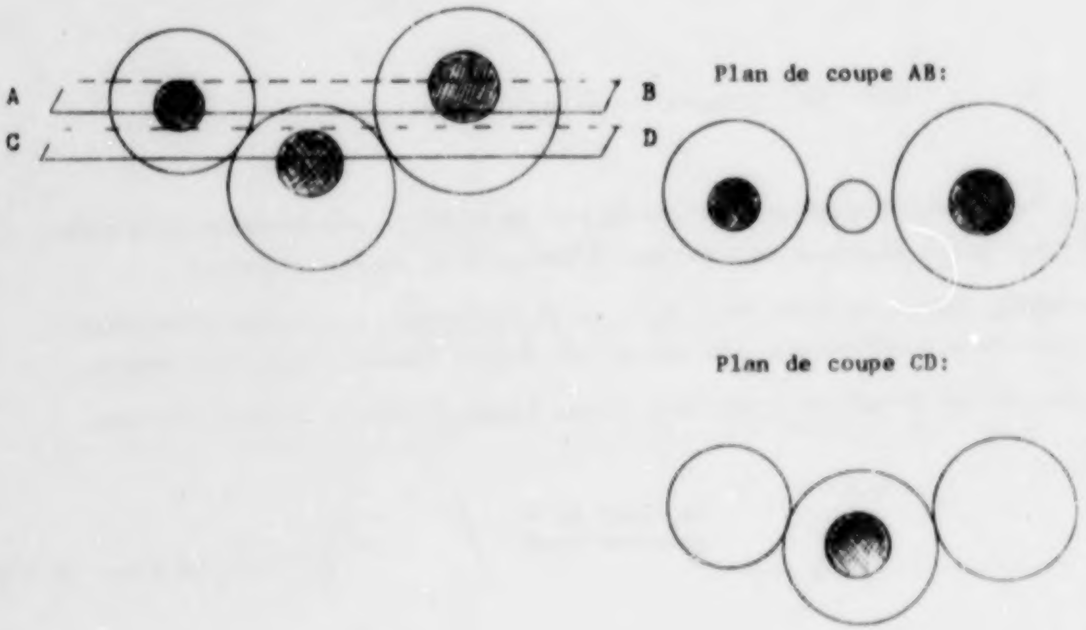


Figure 10 : Coupe dans un tissu animal.

EXERCICE

Sur la table de démonstration, on a étalé différents objets après en avoir fait des séries de coupe.

Pour chaque objet, identifie le type de coupe utilisée pour le sectionner, reconstitue-le en rassemblant ses pièces et identifie sa forme dans l'espace (sphère, pyramide, cône, cube, cylindre, etc.).

objet	*type de coupe*	*forme tridimensionnelle*
A		
B		
C		
D		

RETOURNE A L'ECOUTE.

L'unité de mesure employée en microscopie est le micromètre symbolisé par µm.

Le micromètre est égal à la millième partie d'un millimètre.

Donc, un µm = 0.001 mm.

Mini-cours 2

MORPHOLOGIE CELLULAIRE

2-1

Mini-cours 2

MORPHOLOGIE CELLULAIRE

Objectifs de comportement

A la fin de ce mini-cours tu dois être capable de :

1- Donner des exemples de cellules ayant des formes et des grosseurs différentes.

2- Exposer la différence, au point de vue de l'autonomie, entre un organisme unicellulaire et une cellule de l'organisme humain.

3- Etablir une relation entre la forme (ou la dimension) et la fonction pour deux types de cellules.

4- Décrire chacun des paliers de l'échelle de complexification et les relier entre eux à l'aide d'exemples.

5- Reconnaître sur une micrographie prise au microscope électronique les différents organites cellulaires et les parties qui les composent.

6- Identifier sur un schéma de cellule-type toutes les structures qui y sont représentées.

7- Reconnaître sur un dessin schématique l'ultrastructure de chaque organite cellulaire.

8- Décrire la structure de la membrane unitaire.

9- Expliquer, avec exemples, pourquoi la membrane unitaire est dite "unitaire".

10- Expliquer le fonctionnement global d'une cellule en le comparant à celui d'une usine.

11- Donner le rôle de chacun des organites cellulaires.

12- Etablir les différences entre la cellule végétale et la cellule animale.

13- Dresser une liste des catégories de produits organiques et inorganiques qu'on retrouve dans la cellule.

14- Détailler la structure et les rôles des trois catégories de composés organiques intracellulaires étudiés dans ce mini-cours.

INTRODUCTION

Chaque cellule d'un être vivant est un microcosme, un petit monde organisé où des structures définies accomplissent des fonctions particulières. C'est le microscope électronique qui, au-delà de ce qu'avait découvert le microscope optique, a révélé une ultrastructure complexe et hautement organisée de la cellule. La connaissance de ces détails structuraux est nécessaire pour percer le mystère du fonctionnement de la cellule à l'échelle moléculaire.

Ce mini-cours décrit la cellule et ses organites tels que révélés par le microscope électronique; il décrit aussi au-delà de la structure visible l'organisation moléculaire de la matière vivante.

ETAPE 1 : LA DIVERSITE CELLULAIRE

Les cellules sont étonnamment diversifiées. Voici quelques exemples de cette diversification cellulaire à différents points de vue.

- Point de vue des dimensions

La diversité est ici évidente; certaines cellules, les PPLO (pleuro-pneumonia-like organism), ont un diamètre d'environ 0.1 µm alors que, dans l'oeuf d'autruche, le jaune (qui forme une seule cellule) a un diamètre d'environ 50 mm, soit un diamètre 500,000 fois plus grand que celui d'un PPLO. D'autres cellules sont très longues; ainsi, les cellules nerveuses motrices situées dans la base de la moelle épinière envoient des prolongements qui peuvent atteindre 1 mètre (ces prolongements vont commander la contraction des muscles des orteils).

- Point de vue de la forme.

Les cellules sont aussi très diversifiées à ce point de vue. Le globule rouge ressemble à un disque, aplati au centre, ce qui favorise les échanges rapides d'oxygène et de gaz carbonique. Les cellules musculaires, tant striées que lisses, sont très allongées: la contraction permet un raccourcissement important. Les prolongements des cellules nerveuses permettent la communication à distance. Les bactéries se présentent sous forme de sphères, de bâtonnets, de spirales, etc. Certaines cellules végétales sont quasi parfaitement cubiques. Et nous pourrions énumérer ainsi plusieurs autres formes des plus diverses.

- Point de vue de l'autonomie.

Certaines cellules peuvent se suffire à elles-mêmes alors que d'autres ne le peuvent pas. Les animaux unicellulaires (comme l'amibe, la paramécie et plusieurs autres), peuvent assurer tous leurs besoins vitaux (nutrition, respiration, excrétion, reproduction, etc.) même s'ils ne sont constitués que d'une seule cellule alors que les cellules du corps humain ne peuvent vivre seules et doivent faire partie d'un tout, l'organisme humain, et y partager les responsabilités, donc se spécialiser.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 2 : LA RELATION FORME-FONCTION AU NIVEAU CELLULAIRE

A l'aide des explications déjà fournies sur le guide sonore, explique comment la forme ou la dimension d'une cellule est souvent reliée à sa fonction :

Exemple 1 : le jaune d'oeuf

. . . .

. . . .

Exemple 2 : la cellule nerveuse

. . . .

. . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 3 : LE REGROUPEMENT CELLULAIRE

Dans l'organisme humain, les cellules sont regroupées selon divers niveaux de complexification:

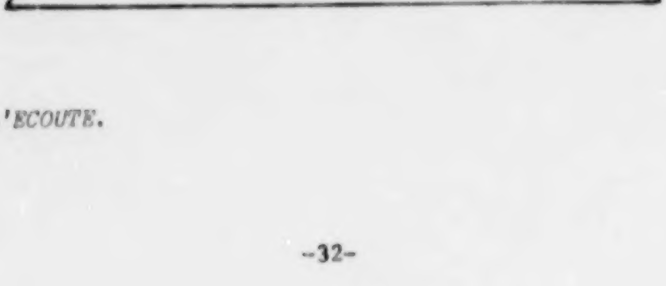
- des cellules semblables quant à la forme et quant à la fonction constituent un TISSU.
  Exemple: tissu musculaire, tissu nerveux, tissu osseux, etc. ...

- un ORGANE est formé de différents tissus.
  Exemple: l'oeil qui contient du tissu nerveux, du tissu musculaire, du tissu sanguin, du tissu conjonctif.

- un SYSTEME est formé de différents organes.
  Exemple: le système digestif qui comprend l'estomac, le foie, le pancréas, les intestins.

- l'ensemble des systèmes forment l'ORGANISME.
  Exemple: toi!

L'échelle de complexification est donc:



RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 4 : SCHEMA DE CELLULE-TYPE

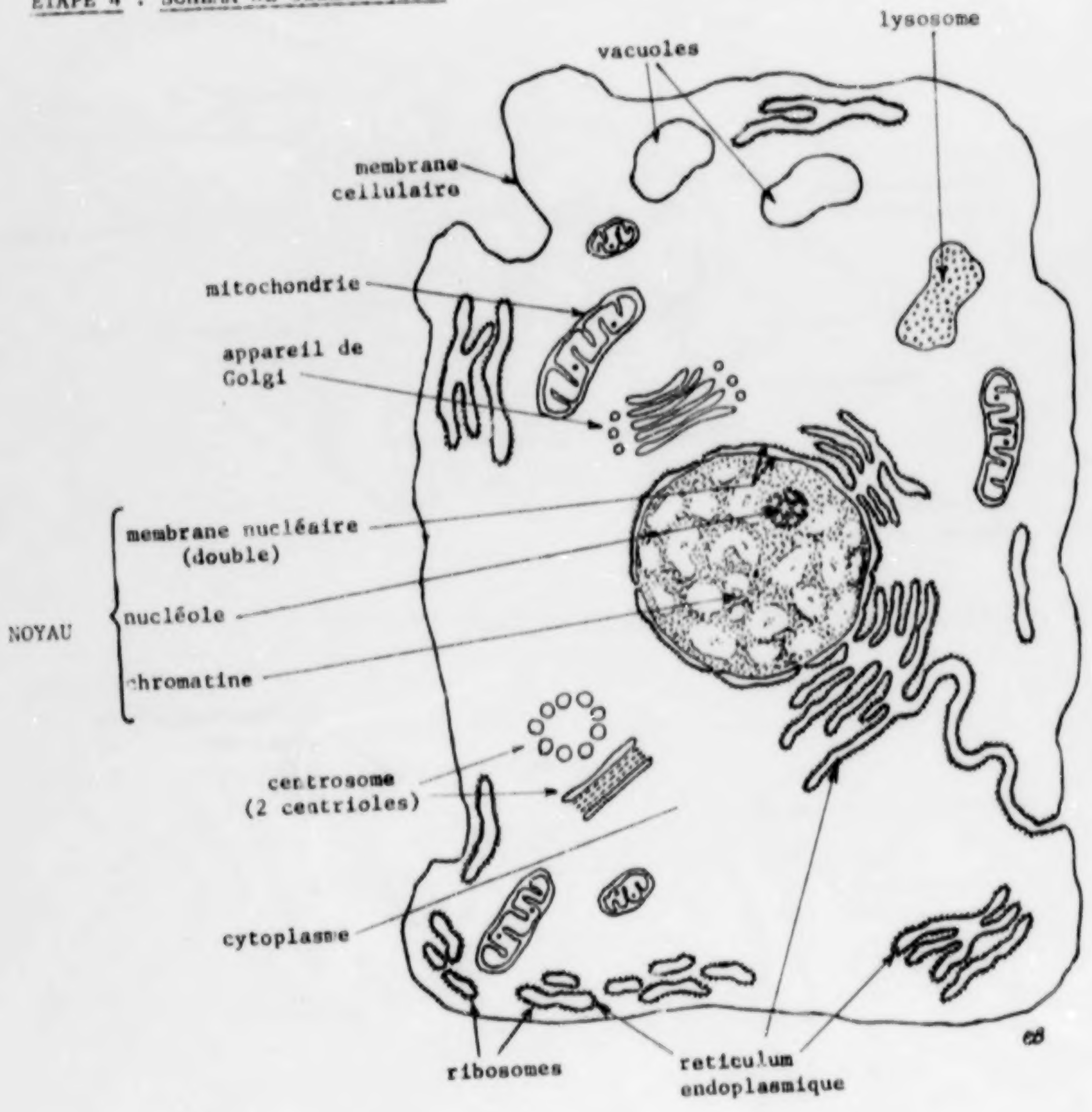


Figure 1 : Cellule-type

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 5 : STRUCTURE D'UNE MITOCHONDRIE

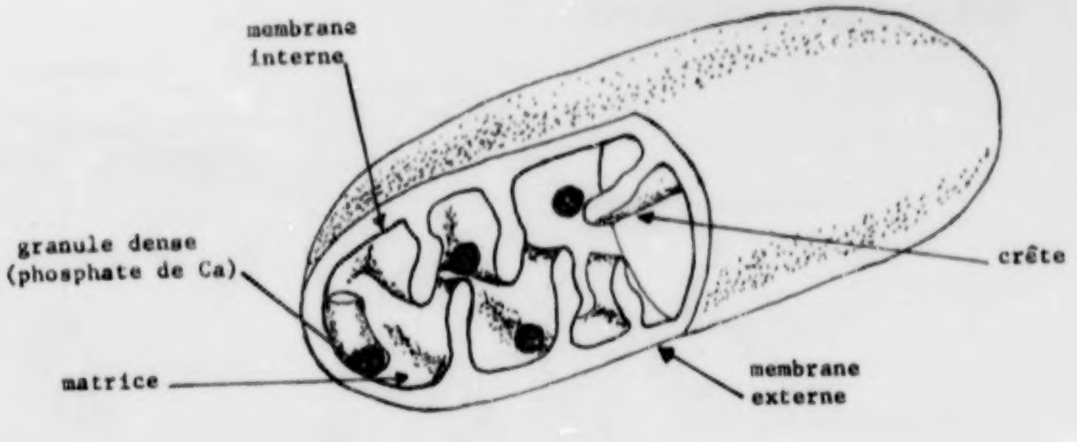


Figure 2 : La mitochondrie

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 6 : STRUCTURE DE L'APPAREIL DE GOLGI

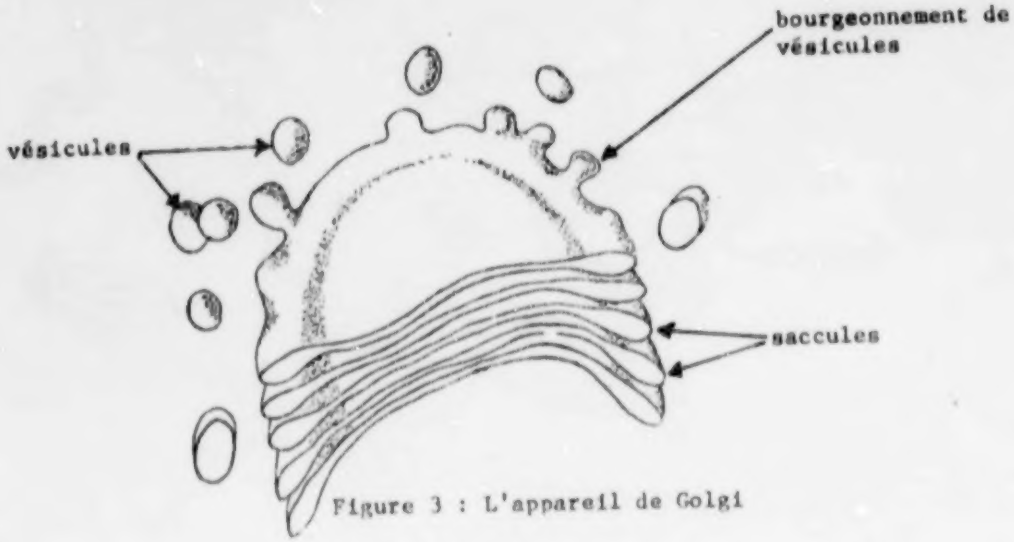


Figure 3 : L'appareil de Golgi

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 7 : STRUCTURE DU RETICULUM ENDOPLASMIQUE

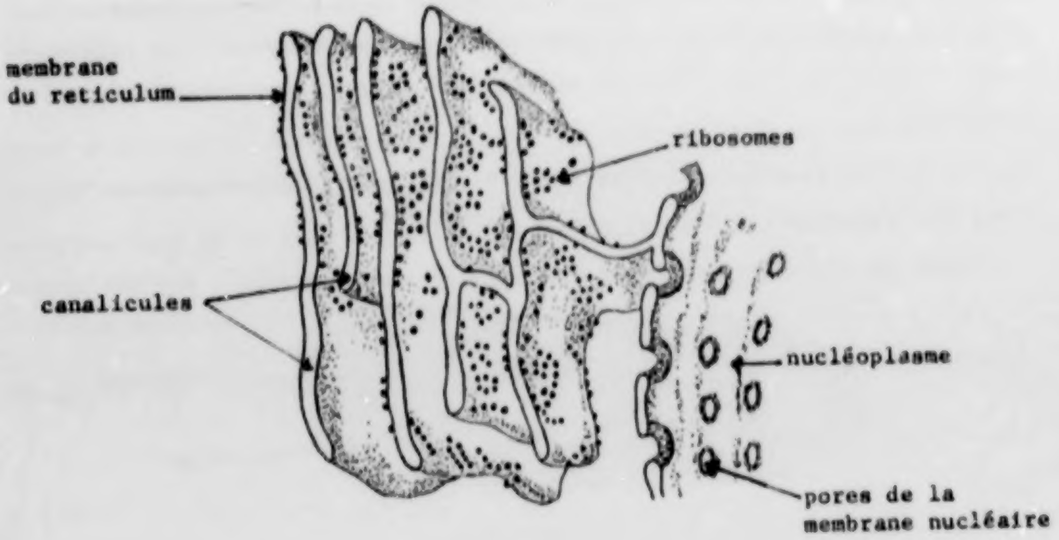


Figure 4 : Le reticulum endoplasmique

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 8 : STRUCTURE DU CENTROSOME **(2 centrioles)**

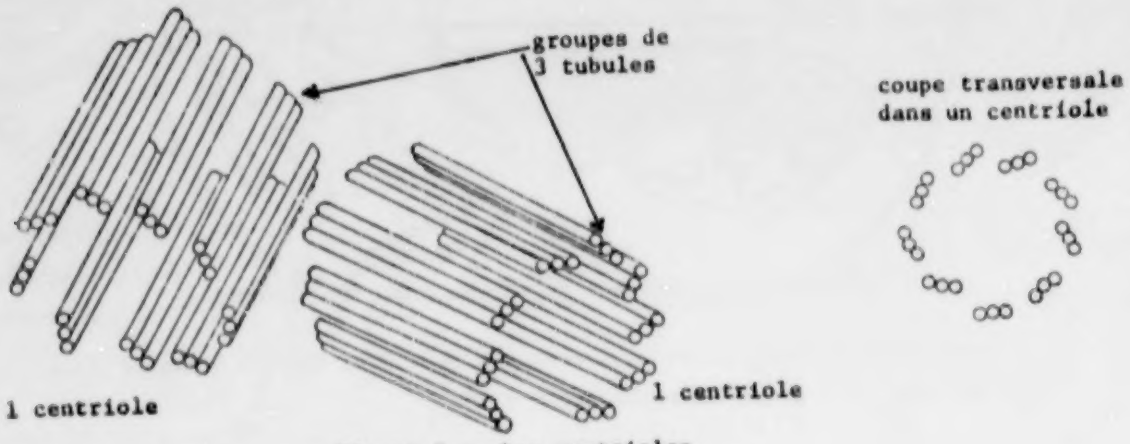


Figure 5 : Les centrioles

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 9 : STRUCTURE ET LOCALISATION DE LA MEMBRANE UNITAIRE

La membrane cellulaire (plasmique ou cytoplasmique) a une épaisseur moyenne de 7.5 nanomètres (1 nm = 1/1,000 de micromètre). Etant donc très mince, cette membrane ne nous révèle sa structure que sous l'oeil du microscope électronique.

Sous un faible grossissement (environ 20,000X) cette membrane apparaît comme un trait continu qui entoure la cellule.

Figure 6 : La membrane à faible grossissement

Mais, vue sous un fort grossissement (750,000), on distingue au niveau de cette membrane trois couches qui diffèrent par leur densité: ce sont deux feuillets denses de 2.0 nm d'épaisseur séparés par un feuillet clair de 3.5 nm d'épaisseur:

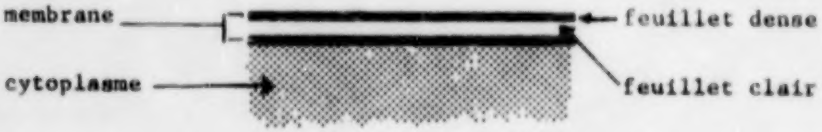


Figure 7 : La membrane au microscope électronique

Cet aspect ultrastructural est universel et peut être mis en évidence pour les membranes plasmiques de toute cellule.

De plus, cette ultrastructure de la membrane plasmique est identique à celle des autres membranes de la cellule: membranes du réticulum endoplasmique, de l'appareil de Golgi, du noyau, des mitochondries, des vacuoles, lysosomes.

Etant donné que ce caractère structural est très général et universel pour toute membrane, on parle alors de membrane unitaire.

Remarque dans la cellule qui suit comment cette membrane unitaire (représentée par ses 3 couches) se retrouve dans tous les organites qui comportent une membrane.

Identifie les organites indiqués:

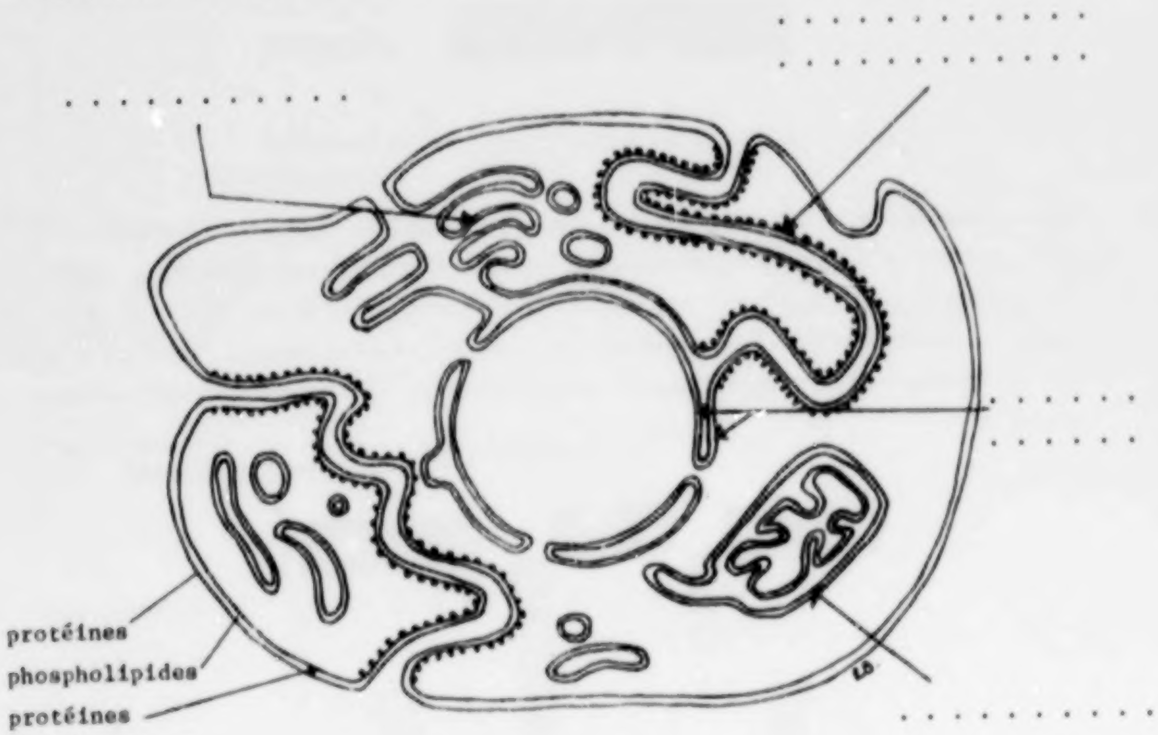


Figure 8: La membrane unitaire

Par toutes sortes d'expériences et d'observations dont je te fais grâce, on en est venu à la conclusion que les deux feuillets denses de la membrane unitaire sont composés de protéines et que le feuillet clair est composé d'une double couche de phospholipides, le tout étant orienté de la façon suivante:

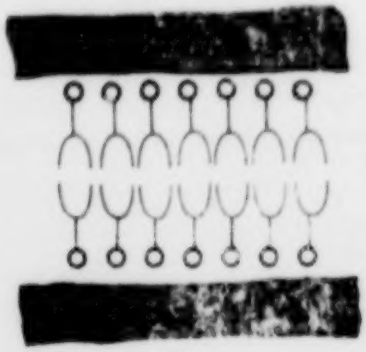


Figure 9 : Structure hypothétique de la membrane

Cette structure, déjà proposée à titre de modèle par Dawson et Danielli vers 1935, est aujourd'hui contestée. Des études récentes (voir Fox, C.F., The Structure of Cell Membranes, Scientific American, février 1972, p. 30) semblent démontrer que les protéines ne seraient pas situées de part et d'autre des phospholipides mais plutôt disséminées un peu partout parmi ces phospholipides:

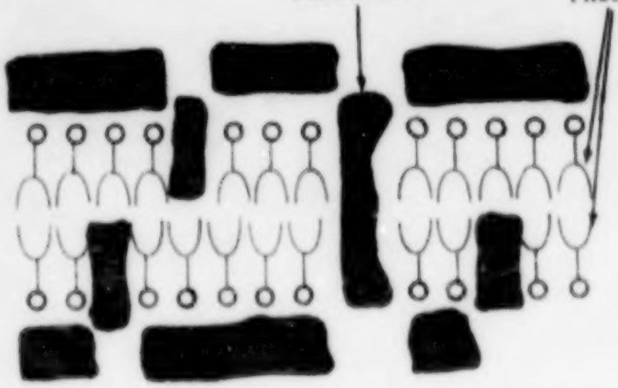


Figure 10 : Modèle de membrane récent

RETOURNE A L'ECOUTE.

<u>EXERCICE</u>

<u>MODELES</u>

Identifier les structures numérotées sur les modèles.

La cellule animale.

1- . . . . 6- . . . . 11- . . . .

2- . . . . 7- . . . . 12- . . . .

3- . . . . 8- . . . . 13- . . . .

4- . . . . 9- . . . . 14- . . . .

5- . . . . 10- . . . .

La mitochondrie.

1- . . . . 3- . . . . 5- . . . .

2- . . . . 4- . . . .

<u>MICROGRAPHIES</u>

Identifier l'organite représenté par l'ensemble de la micrographie et les détails structuraux portant des numéros.

Micrographie A : . . . .

15- . . . . 16- . . . .

Micrographie B : . . . .

2- . . . . 5- . . . .

3- . . . . 6- . . . .

Micrographie C : . . . .

Micrographie D : . . . .

13-. . . . . 14- . . . .

Micrographie E : . . . .

1-. . . . . 3- . . . .

2- . . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

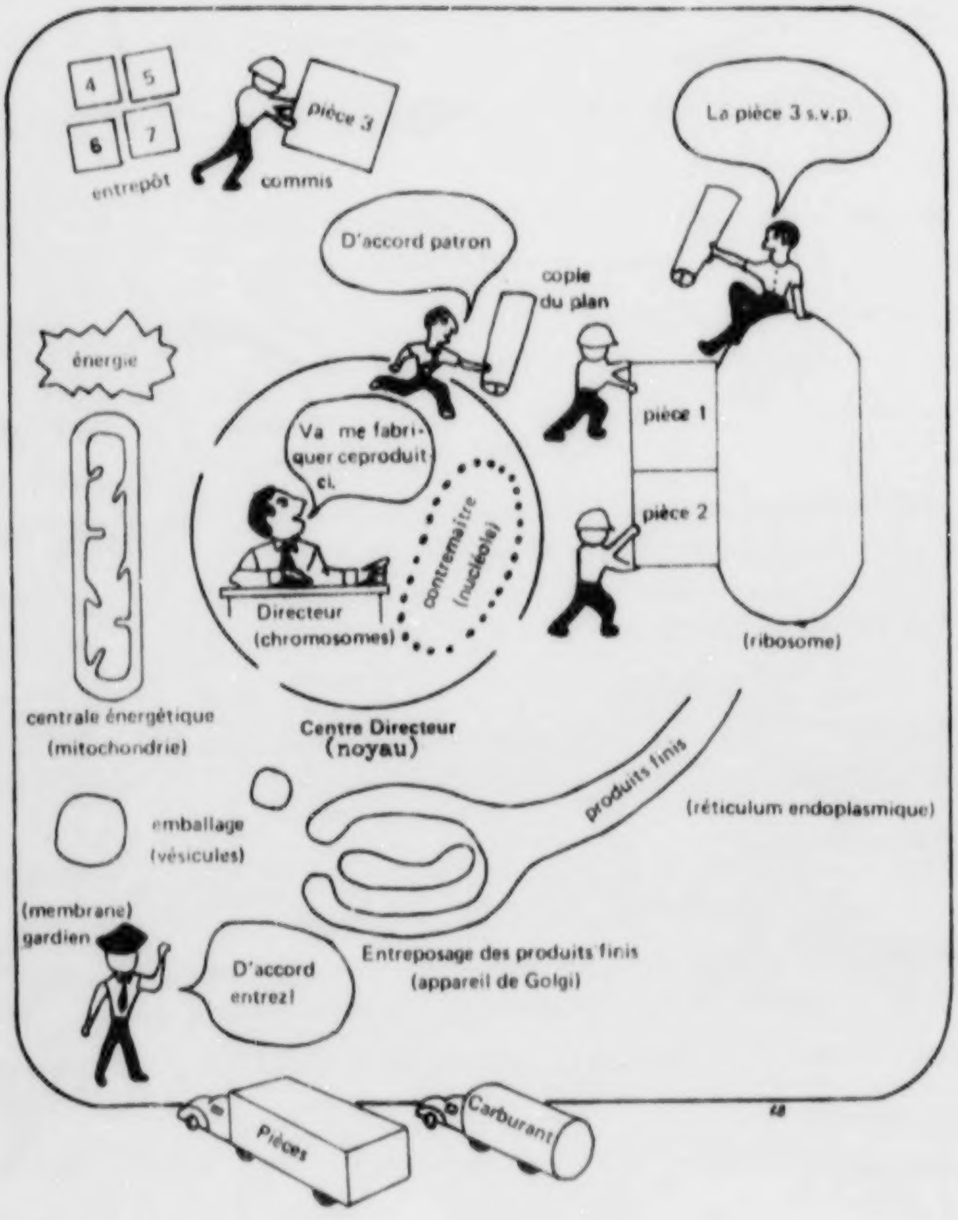


Figure 11: La cellule: une usine

(reproduit et modifié de: The Cell as a "factory", in <u>The Modern Cell</u>, Overhead Transparencies, Set TB-5, © 1968, p. 9. Reproduit avec la permission de Denoyer-Geppert Audio-Visuals pour Popular Science Publishing Co.)

ETAPE 10 : LA CELLULE : UNE USINE

ORGANITES	ROLES GENERAUX
Noyau	Centre directeur de l'activité cellulaire par les acides nucléiques qu'il contient.
Nucléole	Structure intranucléaire contenant des copies du message codé contenu dans les chromosomes.
Ribosomes	Support physique pour la synthèse de certaines molécules (protéines).
Appareil de Golgi	Entreposage et parachèvement de certaines molécules fabriquées par la cellule et emballage de ces molécules dans des vésicules qui peuvent éventuellement aller s'ouvrir à l'extérieur de la cellule (sécrétion).
Réticulum endoplasmique	Série de canaux pour le transport de certains produits à l'intérieur de la cellule. Supporte une partie des ribosomes.
Mitochondries	Lieu où l'énergie provenant de la nourriture est transférée à des molécules spéciales (ATP).
Membrane cellulaire	Assure les échanges sélectifs entre l'extérieur et l'intérieur de la cellule et vice-versa.
Centrosome	Joue un rôle d'orientation dans la division cellulaire.
Vacuoles	Contiennent divers produits en solution.
Lysosomes	Contiennent des produits chimiques qui assurent la destruction de certaines molécules dans la cellule

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 11 : DIFFERENCES ENTRE LA CELLULE ANIMALE ET LA CELLULE VEGETALE

La cellule animale est entourée d'une seule membrane alors que la cellule végétale possède en plus une membrane de soutien généralement formée de cellulose.

La cellule animale contient un centrosome alors que la cellule végétale n'en a pas d'apparent.

La cellule animale possède des vacuoles habituellement nombreuses et de petite taille alors que la cellule végétale en possède peu mais de grande taille.

La cellule végétale possède des structures contenant des substances de réserve ou des pigments: les structures les plus connues sont les chloroplastes qui contiennent de la chlorophylle, pigment vert des plantes. Les cellules animales ne contiennent pas de ces structures.

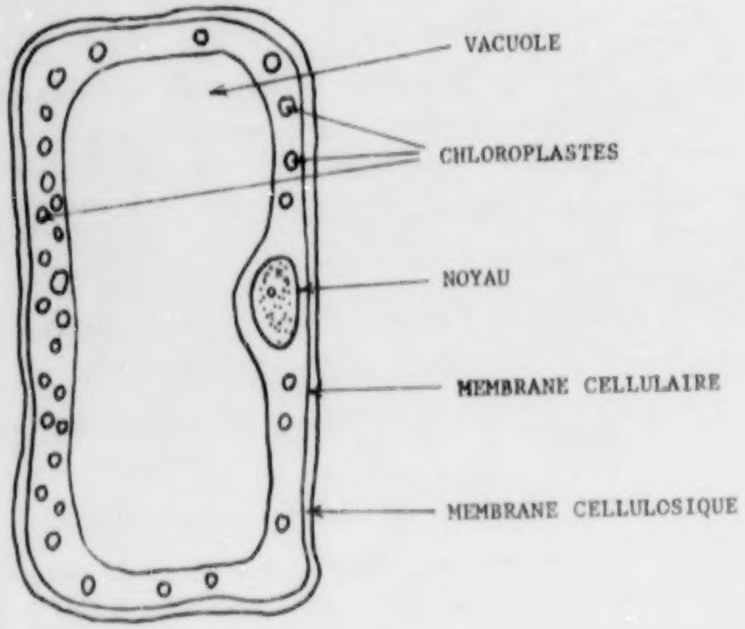
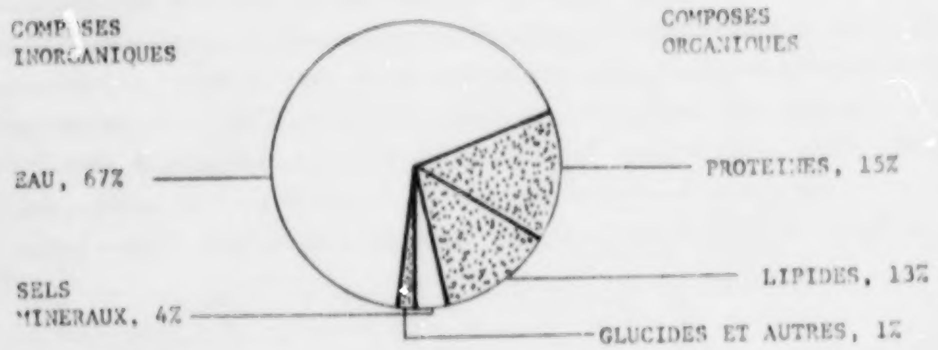


Figure 12 : La cellule végétale

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 12 : COMPOSITION CHIMIQUE DE LA CELLULE

A) LES CONSTITUANTS CHIMIQUES INTRACELLULAIRES



B) STRUCTURE DES COMPOSES ORGANIQUES

PROTEINES

Une **PROTEINE est** une macromolécule (grosse molécule) composée d'un grand nombre d'ACIDES AMINES: ceux-ci sont ordonnés selon des séquences précises et unis entre eux par des liaisons spéciales appelées LIENS PEPTIDIQUES. **Grossièrement** donc, une protéine peut s'apparenter à un train dont les wagons sont des acides aminés.

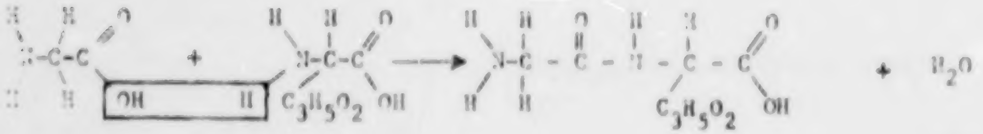
Un **acide** aminé a la composition suivante:

$$NH_2 - \underset{\displaystyle R}{\underset{|}{CH}} - COOH$$

où NH_2 est un groupement aminé et COOH un groupement acide; R est un radical quelconque dont la formule chimique varie pour chaque acide aminé. NH_2, COOH et CH, eux ne varient pas.

LIEN PEPTIDIQUE

Un lien peptidique permet la combinaison de 2 molécules d'acides aminés en une seule molécule. Dans la formation d'une liaison peptidique, le groupement acide (-COOH) de l' **un** des acides aminés se rattache au groupement aminé (NH_2) du second. Le groupement acide perd un atome d'hydrogène et un atome d'oxygène tandis que le groupement aminé perd un atome d'hydrogène. Les deux atomes d'hydrogène se combinent à l'atome d'oxygène pour former une molécule d'eau (H_2O). Avec la libération de l'eau, les deux **acides amines** s'unissent par une liaison peptidique. Va t'amuser avec le modèle qui est sur la table de démonstration et qui illustre justement la formation de ce lien peptidique.



glycine — acide glutamique — dipeptide (protéine à 2 acides aminés) — eau

Lors de la digestion, la réaction inverse se produit: les protéines sont HYDROLISEES. Sous l'effet de l'eau et des enzymes digestives, les liaisons peptidiques sont rompues. La protéine se dégrade alors en acides aminés.

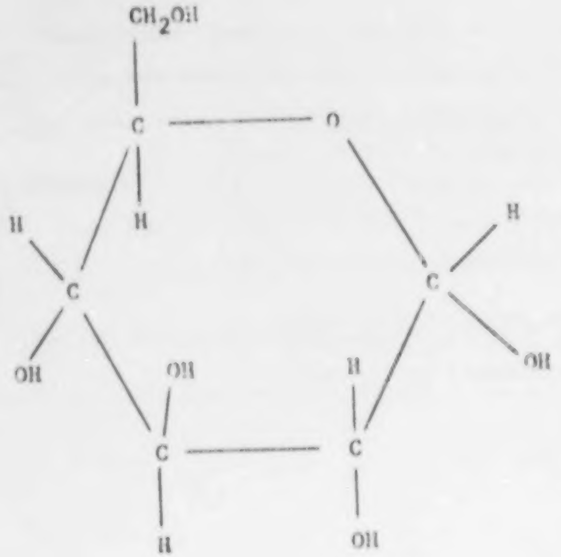
L'acide aminé est l'unité constituante de toute protéine. Il existe une vingtaine d'acides aminés différents. On peut les combiner, les agencer d'innombrables façons. Si on reprend l'exemple du train, il suffit d'imaginer combien de trains différents on pourrait construire si on pouvait jouer sur la longueur du train et l'ordre des wagons avec un choix d'environ 20 wagons différents.

Une molécule protéique est faite d'une chaîne d'acides aminés: c'est sa structure primaire. Elle peut aussi se tordre sur elle-même en forme d'hélice par exemple: c'est sa structure secondaire. Finalement cette structure secondaire peut se replier sur elle-même pour former une structure dans l'espace: c'est sa configuration tridimensionnelle ou structure tertiaire. On peut dans la même veine rajouter une structure quaternaire pour les très grosses protéines. Va vérifier qu'une protéine est une structure dans l'espace à l'aide des photos et de la lunette stéréoscopique en démonstration.

GLUCIDES

Les glucides sont très répandus dans le monde vivant et en particulier dans le monde végétal, où l'amidon et la cellulose sont très abondants. L'homme, pour sa part, tire de 50 à 60% de son énergie des glucides, principalement du glucose et du glycogène.

Les glucides, aussi appelés sucres, se composent de trois éléments : le carbone, l'hydrogène et l'oxygène. La formule générale des sucres est: $C_n(H_2O)_n$ (n: nombre entier >1).



Formule développée du glucose
(formule de base des sucres)

n = 6

On distingue les MONOSACCHARIDES, faits d'une seule molécule de sucre, comme le glucose, les DISACCHARIDES formés par deux molécules de sucre, comme le SACCHAROSE (glucose + fructose) et enfin les POLYSACCHARIDES, qui sont constitués d'une longue chaîne de sucre, comme l'amidon, la cellulose ou le glycogène.

Les polysaccharides servent de réserve énergétique : chez les végétaux, on retrouve l'AMIDON et la CELLULOSE et chez les animaux, le GLYCOGENE dans le foie et les muscles.

Les monosaccharides comme le GLUCOSE représentent la forme de carburant cellulaire la plus accessible. En effet, même s'ils sont source de moins d'énergie (4 cal/g contre 9 cal/g pour les lipides), ils sont solubles dans l'eau et ainsi plus rapidement disponibles.

Comme les protéines sont le support matériel de la substance vivante, les glucides en sont le support énergétique.

LES LIPIDES

Ce sont ce qu'on appelle habituellement les huiles et les graisses. Ils sont composés de carbone, d'hydrogène et de très peu d'oxygène. Leur combustion dégage une plus grande quantité de chaleur que les protéines et les glucides, mais ils ne sont pas la principale source d'énergie. Ils sont essentiellement constitués de GLYCEROL et d'ACIDES GRAS.

Les lipides sont généralement insolubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques, comme l'alcool, l'éther, le chloroforme.

Par ailleurs, les lipides constituent une réserve de combustible par excellence et, de plus, se transforment facilement en glucose.

C) TABLEAU DE L'UTILITE DES CONSTITUANTS CHIMIQUES

CONSTITUANTS ORGANIQUES	UTILITE
Glucides	source d'ENERGIE (carburant) par excellence
Lipides	entrent dans la STRUCTURE des membranes cellulaires forme courante de RESERVE des carburants non utilisés source d'énergie (carburant) secondaire
Protéines	entrent dans la STRUCTURE des membranes cellulaires rôle vital à titre d'ENZYME (catalyseur biologique)
CONSTITUANTS INORGANIQUES	
Eau	solvant par excellence
Minéraux	entrent dans la composition de beaucoup de produits organiques rôle dans la perméabilité cellulaire rôle dans le maintien de la concentration des solutions intra ou extra-cellulaires

RETOURNE A L'ECOUTE.

EXERCICE-SYNTHESE

Compléter

Les trois principales catégories de composés organiques constituant la cellule sont . . . ., ..., ...,

Une protéine est une macromolécule constituée d'une séquence déterminée d'un grand nombre d'. . . . . Chaque protéine affecte dans l'espace une forme tridimensionnelle.

Dans la cellule, les protéines participent à la structure des . . . ., et elles jouent aussi un rôle vital de catalyseur biochimique appelé . . . . Lors de la synthèse d'une protéine, la combinaison d'un acide aminé avec un autre s'effectue par la formation d'un lien dit . . . ., le groupement . . . . de l'un s'unissant au groupement . . . . de l'autre par l'élimination d'une molécule d'eau.

Les animaux, dont l'homme, tirent la plus grande part de leur énergie des . . . ., surtout le . . . . et le . . . .

La . . . . et l'. . . . . sont des glucides très abondants dans le monde végétal. Parmi les glucides, le . . . . constitue la source d'énergie la plus accessible pour la cellule.

Le . . . ., polysaccharide animal, constitue une forme de réserve énergétique: il est localisé dans le . . . . et les . . . .

Les lipides, constitués de . . . . et . . . . , entrent dans la structure des . . . .: ils constituent aussi une réserve d'énergie secondaire. En cas de pénurie d'énergie sous forme de glucides, ils se transforment facilement en . . . .

Mini-cours 3

ECHANGES ET RESPIRATION CELLULAIRES

Mini-cours 3

ECHANGES ET RESPIRATION CELLULAIRES

Objectifs de comportement

À la fin de ce mini-cours tu dois être capable de :

1) Identifier les différentes composantes du milieu de vie des cellules
2) Etablir les liens entre ces différentes composantes
3) Citer les types d'échanges cellulaires
4) Etablir les différences entre les types d'échanges cellulaires
5) Décrire le processus de la diffusion à l'échelle moléculaire
6) Etablir un lien entre chaleur et diffusion
7) Fabriquer une définition acceptable de l'agitation moléculaire
8) Expliquer par quel mécanisme (à l'échelle moléculaire) le liquide monte dans le tube de l'osmomètre
9) Définir les termes suivants: hypertonique, hypotonique et isotonique
10) Décrire approximativement les réactions d'une cellule si on la place dans un milieu hyper-, hypo- ou isotonique par rapport à elle-même
11) Définir et distinguer membranes semi-perméable et sélectivement perméable
12) Expliquer pourquoi le liquide cesse de monter dans le tube de l'osmomètre que tu as observé
13) Citer certaines particularités de la membrane cytoplasmique qui font qu'elle ne se comporte pas comme une membrane semi-perméable parfaite
14) Expliquer un des mécanismes possibles de transport actif.
15) Expliquer (à l'aide de schémas) comment une bactérie peut pénétrer dans une cellule
16) Définir les termes métabolisme, anabolisme et catabolisme
17) Construire un schéma, avec explications, rendant compte de la circulation d'énergie dans le monde vivant, de l'énergie solaire jusqu'à l'ATP utilisé par les cellules animales

18) Nommer les deux procédés assurant la dégradation du glucose

19) Retracer le trajet parcouru par les hydrogènes de la molécule de glucose jusqu'à l'eau

20) Expliquer par quel processus les molécules d'ADP se chargent d'énergie

21) Expliquer les processus par lesquels sont formées les molécules de CO_2 et d'H_2O dans la dégradation du glucose

22) Relier la forme d'une enzyme à sa fonction

23) Expliquer pourquoi les enzymes sont nécessaires aux réactions métaboliques

24) Schématiser le mode d'action d'une enzyme

25) Définir tous les termes nouveaux rencontrés dans ce mini-cours.

INTRODUCTION

C'est à chaque instant que la cellule doit réaliser la performance incroyable de vivre. Son apparente indépendance, quant à son fonctionnement interne, se double d'une dépendance étroite du milieu où elle évolue. L'unicellulaire perdu dans une mare d'eau aussi bien que la cellule nerveuse dans notre cerveau tire toute sa subsistance de ce que son environnement lui fournit.

La membrane cellulaire se révèle alors la structure capable d'opérer une sélection des substances susceptibles d'entrer ou de sortir de la cellule : elle règle les échanges cellulaires. C'est pourquoi l'étude de sa structure et de sa physiologie revêt une telle importance dans le domaine de la recherche en biologie cellulaire.

Parvenues dans l'enceinte cellulaire, les molécules s'engagent dans les cycles des réactions biochimiques. Certaines molécules sont dégradées, d'autres servent à construire les structures complexes de la cellule. Pour que tous les cycles de réactions cellulaires se produisent, deux facteurs sont essentiels : de l'énergie chimique, sous forme de molécules d'ATP, et des catalyseurs qu'on appelle enzymes.

Ce mini-cours revoit donc les types d'échanges cellulaires, puis la production d'énergie chimique au cours de la respiration cellulaire et enfin le mode d'action des enzymes.

Partie 1

ETAPE 1 : LA CELLULE DANS SON MILIEU

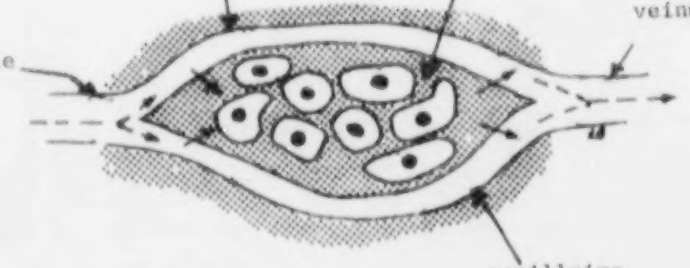


Figure 1 : Relation entre les cellules et le sang

- les cellules baignent dans un milieu liquide, le LIQUIDE INTERSTITIEL
- ce liquide est renouvelé constamment par des produits qui proviennent du sang circulant dans les capillaires

ETAPE 2 : LES TYPES D'ECHANGES CELLULAIRES

Pour survivre, la cellule doit échanger des substances avec le milieu qui l'entoure. De façon globale, on peut regrouper en trois types les possibilités d'échanges entre une cellule et son milieu:

L'OSMOSE: les échanges par osmose se font sans dépense d'énergie de la part de la cellule; ils sont fonction des concentrations relatives des diverses substances de part et d'autre de la membrane cellulaire. Les échanges osmotiques ne sont pas l'apanage des seules cellules vivantes car l'osmose est un phénomène physique qu'on peut reproduire avec des membranes artificielles.

LE TRANSPORT ACTIF : dans ce cas, il y a dépense d'énergie de la part de la cellule. Une cellule morte ne peut donc plus effectuer de transport actif. Ce type d'échanges s'effectue très souvent à l'encontre des lois de l'osmose, d'où la nécessité d'une dépense d'énergie.

L'ENDOCYTOSE: dans ce type d'échanges, ce ne sont plus les substances ou les particules qui traversent la membrane cytoplasmique mais bien plutôt la membrane qui englobe les particules. L'endocytose est utilisée pour l'entrée dans la cellule de grosses molécules ou même d'organismes complets comme des bactéries par exemple.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 3 : L'OSMOSE: CONNAISSANCES PRELIMINAIRES

A) LA DIFFUSION : PROTOCOLE EXPERIMENTAL

1) Prends les deux béchers de 100 ml. qui sont sur ta table et remplis d'eau aux trois-quarts chacun des béchers comme ceci:

dans le bécher C mets de l'eau chaude, prise dans le bain chauffant: dans le bécher T mets de l'eau tiède, à la température ambiante.

Place ces deux béchers sur un morceau de papier blanc et ne les déplace pas de toute la durée de ton observation.

2) Mesure la température de l'eau dans chacun des béchers et inscris ces températures à l'endroit prévu au tableau de la page suivante.

3) Laisse reposer l'eau jusqu'à arrêt complet de tout mouvement d'eau dans les béchers.

4) Dépose délicatement sur la surface de l'eau, près de la paroi du bécher, une pincée de permanganate de potassium ($KMnO_4$) dans chacun des béchers.

5) Observe ce qui se passe après 5, 10 et 15 minutes dans chacun des béchers et inscris tes observations au tableau de la page suivante. Sois bien certain de ne pas agiter l'eau pendant tout le temps que durera l'observation.

6) Pendant ce temps-là, tu peux commencer la seconde observation telle qu'elle est décrite au paragraphe B.

	Temp. °C	Etat à 5 min.	Etat à 10 min.	Etat à 15 min.
Eau chaude				
Eau tiède				

B) L'AGITATION MOLECULAIRE

PROTOCOLE - Prends le flacon contenant la suspension de poudre de carmin qui est sur ta table. Cette suspension est faite de particules d'un colorant, le carmin, qui sont visibles au microscope.

Agite le flacon et dépose une goutte de suspension sur une lame de verre. Recouvre d'une lamelle et observe au microscope à un grossissement de 400X. Ne tiens pas compte des mouvements d'eau qui peuvent entraîner les particules.

OBSERVATIONS - Que se passe-t-il au niveau des particules que tu observes?

. . . .

. . . .

EXPLICATION - La force qui fait que les particules de **carmin semblent danser sur place**, c'est ce qu'on nomme l'AGITATION MOLECULAIRE. Cette agitation est due au fait que chaque molécule d'une substance quelconque est continuellement en mouvement: plus la température est élevée, plus les mouvements sont importants. Dans la suspension de carmin, les molécules d'eau, soit le solvant, bougent continuellement et bombardent pour ainsi dire les particules de **carmin** qui **dansent sur** place.

RETOURNE A L'ECOUTE.

C) LA DIFFUSION : QUESTIONS EXPLICATIVES

En tenant compte de tout ce que tu viens de faire, réponds aux questions suivantes:

1. La distribution des molécules de colorant dans les béchers T et C était-elle différente à la fin de l'expérience ?

. . . .

2. Au cours de l'expérience, quel facteur a amené ces différences ?

. . . .

. . . .

3. Ce déplacement des molécules de $KMnO_4$ c'est ce qu'on appelle la diffusion. Te rappelant l'expérience faite en B, quelle force a fait que les molécules de $KMnO_4$ ont diffusé dans l'eau (en omettant la force gravitationnelle qui n'explique que la diffusion verticale mais non la diffusion horizontale)? . . . .

4. Quelle explication peux-tu donner du phénomène de la diffusion qui tend à répartir uniformément dans l'eau, toutes les molécules de colorant ? (Regarde la figure 2). . . . .

. . . .

. . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

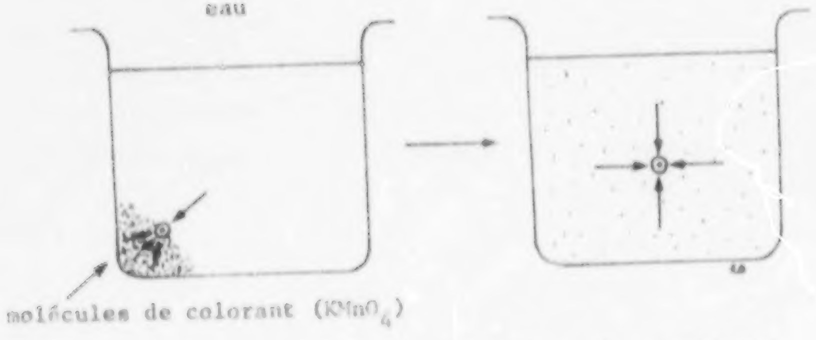


Figure 2 : La diffusion d'une molécule

ETAPE 4 : L'OSMOSE: QUESTIONS EXPLORATRICES

Dans le montage expérimental utilisé pour montrer le phénomène de l'osmose, l'appareil utilisé est l'OSMOMETRE. Au début de l'expérience, on a noté l'heure sur le carton à l'arrière du tube de verre, pour indiquer le niveau de liquide à ce moment-là.

1- Le niveau de liquide dans le tube de verre est-il constant ?

. . . .

2- Calcule la vitesse d'élévation du liquide dans le tube, en millimètres par heure: . . . . .mm/hre.

Observe la structure de cet appareil qui est dans le bécher (tu as un appareil identique à côté). Cet appareil qu'on nomme osmomètre est constitué d'une enceinte délimitée par deux membranes de cellophane. Cette enceinte est mise en communication avec un tube de verre vertical (sur lequel tu as fait les mesures précédentes) et un tube de remplissage métallique (fermé par un bouchon). Cette enceinte a été remplie d'une solution saturée de sucre, colorée au carmin, jusqu'à la base du tube de verre et ensuite le tout a été plongé dans un bécher d'eau pure.

3- Comment expliques-tu la montée du liquide dans le tube ?

a) l'eau se dilate sous l'effet de la chaleur

b) le diamètre du tube rétrécit sous l'effet du froid

c) une mini-pompe refoule l'eau du bécher dans l'enceinte

d) une succion dans le haut du tube attire le liquide

e) de l'eau a traversé la membrane pour entrer dans l'enceinte faisant monter la solution dans le tube

Quelle hypothèse te semble la plus vraisemblable? . . . .

4- Si l'eau a traversé la membrane de cellophane, ce cellophane est-il :

☐ perméable à l'eau ?

☐ imperméable à l'eau ?

5- Donc, ce cellophane est perméable à l'eau. Est-ce que l'eau contenue dans la solution de sucre peut sortir de l'enceinte au travers du cellophane ? . . . .

6- Est-ce qu'elle le fait plus rapidement dans un sens que dans l'autre?

. . . . . Si oui, dans quel sens ? . . . .

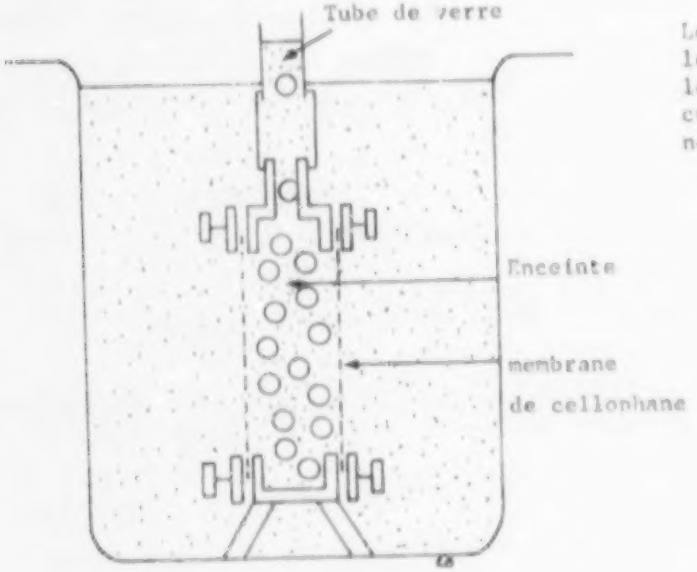
Quelle observation te permet de l'affirmer ? . . . .

. . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 5 : L'OSMOSE: EXPLICATION

Pour bien comprendre ce qui se passe, étudions le schéma suiv... qui représente une coupe de l'osmomètre en démonstration:



Les cercles représentent les molécules de sucre et les petits points, les molécules d'eau. Les proportions ne sont pas respectées.

Figure 3: L'osmomètre (vu en coupe)

Remarque que :

- la membrane de cellophane est percée de pores minuscules
- les molécules de sucre ont un diamètre plus grand que celui des pores
- les molécules d'eau ont un diamètre plus petit que celui des pores

Souviens-toi maintenant que toutes ces molécules, grosses ou petites, sont en agitation continuelle.

1- Si une molécule d'eau, en s'agitant, frappe la membrane vis-à-vis un pore, va-t-elle le traverser ? . . . .

2- Si c'est une molécule de sucre qui frappe vis-à-vis un pore, va-t-elle pouvoir traverser ? . . . .

Donc seules les molécules d'eau peuvent traverser.

3- Si on prend un volume donné de la solution de sucre et qu'on le compare à un même volume d'eau dans le bécher, dans lequel de ces deux volumes y a-t-il plus de molécules d'eau ?

. . . .

Evidemment, c'est dans le volume d'eau tiré du bécher qu'il y a plus de molécules d'eau.

S'il y a plus de molécules d'eau par unité de volume dans le bécher que dans l'enceinte, il y a plus de molécules d'eau qui, dans un temps donné, vont frapper la membrane pour entrer dans l'enceinte que de molécules d'eau qui vont faire le trajet inverse. Donc, l'eau va entrer plus rapidement dans l'enceinte qu'elle va en sortir et le niveau de la solution va monter dans le tube.

C'est comme si l'eau allait diluer la solution concentrée de sucre contenue dans l'enceinte.

- une solution plus concentrée qu'une autre est dite HYPERTONIQUE par rapport à cette autre. Ici, la solution de sucre est hypertonique par rapport au liquide du bécher et ce liquide du bécher est HYPOTONIQUE par rapport à la solution de sucre.

- deux solutions de même concentration sont dites ISOTONIQUES.

L'eau passe donc du côté hypotonique vers le côté hypertonique plus rapidement que dans le sens inverse.

Quand le liquide cessera-t-il de monter dans le tube ? Théoriquement, d'après notre explication, toute l'eau du bécher devrait entrer dans l'enceinte et ce n'est qu'alors que l'ascension cesserait. Cependant, la pression exercée par la masse de liquide dans le tube oppose une résistance à l'entrée des molécules d'eau dans l'enceinte de sorte qu'à un instant donné le nombre de molécules d'eau qui entrera dans l'enceinte sera égal au nombre de molécules d'eau qui en sortira. Le niveau du liquide dans le tube cessera donc de monter; on aura atteint un état d'équilibre qu'on qualifie de dynamique. Cette pression nécessaire pour atteindre cet équilibre se nomme la pression osmotique de la solution de sucre contenue dans l'enceinte.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 6 : PARTICULARITES DE LA MEMBRANE CELLULAIRE

La membrane cytoplasmique n'est pas une membrane semi-perméable parfaite mais plutôt une membrane sélectivement perméable: certes elle est percée de pores, (diamètre = environ 0.8 nm) mais certains d'entre eux semblent polarisés positivement de sorte que les ions à charges positives comme Na^+ et K^+ ont de la difficulté à traverser la membrane même s'ils sont plus petits que les pores.

La structure de la membrane a aussi un rôle à jouer: la membrane est formée en partie de lipides (graisses) et on se rend compte que les substances qui se dissolvent bien dans les lipides ou qui dissolvent bien les lipides pénètrent facilement dans la cellule. Or, les substances qui sont ainsi très liposolubles sont habituellement formées de grosses molécules: il y a donc contradiction avec la loi de l'osmose qui dit que plus une molécule est petite, plus elle pénètre facilement la cellule. La membrane cytoplasmique, au contraire d'une membrane semi-perméable, peut laisser passer de grosses molécules et bloquer de petites molécules parce que ses pores et sa structure même sont sélectifs.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 7 : LE TRANSPORT ACTIF ET L'ENDOCYTOSE

LE TRANSPORT ACTIF

Tout mouvement de substances au travers de la membrane qui demande de l'énergie est considéré comme du transport actif. Un exemple frappant est la grande concentration en ions potassium qui existe dans beaucoup de cellules végétales et animales: cette concentration est beaucoup plus forte que celle du milieu extérieur. Or, selon les lois de l'osmose, les concentrations en potassium devraient s'équilibrer de part et d'autre de la membrane. On peut prouver qu'il y a ici dépense d'énergie car si la cellule est tuée ou que son métabolisme producteur d'énergie est bloqué, les concentrations de potassium s'équilibrent suivant les lois de l'osmose.

Les mécanismes possibles du transport actif sont peu connus: les hypothèses sont nombreuses mais aucune n'est acceptée par tous.

Voici quelques exemples de mécanismes possibles:

- TRANSPORTEURS PROTEINIQUES. Ces transporteurs protéiniques en s'unissant à une molécule donnée, verraient leur forme modifiée,ce qui leur permettrait de pivoter dans la membrane pour transporter cette molécule à l'intérieur; une dépense d'énergie serait alors nécessaire pour leur faire retrouver leur forme et position originales. Cette hypothèse est conforme à la nouvelle structure proposée de la membrane que tu as rencontrée au mini-cours 2; en effet, dans cette nouvelle structure, des protéines sont effectivement situées à l'intérieur de la membrane de façon à en relier l'extérieur et l'intérieur.

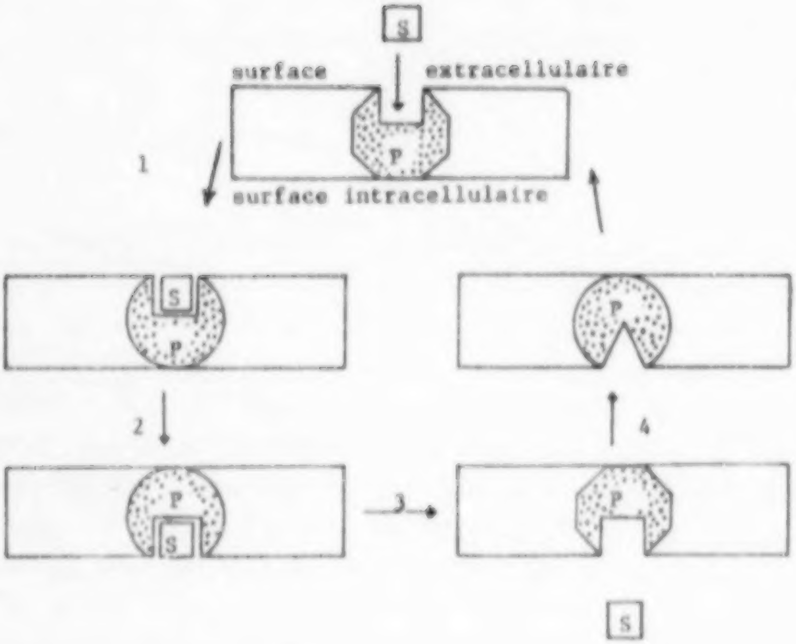


Figure 4 : Mécanisme d'action des transporteurs protéiniques

La substance S est présente de chaque côté de la membrane, mais sa concentration est plus grande à l'intérieur de la cellule. Le transporteur protéinique (P) de la membrane va néanmoins capter S à l'extérieur et la transporter à l'intérieur en agissant à la façon d'une porte à tambour.

Au moment où (S) se lie à la protéine, celle-ci subit un changement de forme (1) qui lui permet de pivoter sur elle-même (2). La substance (S) se détache et entre dans la cellule (3), la protéine revient alors à sa forme inactive.

Pour que la protéine puisse servir à nouveau de transporteur, elle doit changer de forme pour pivoter vers l'extérieur, ce qui exige de l'énergie métabolique (4). La protéine présente encore une fois son site de liaison vers la substance extracellulaire (S).

(tiré de C. Fred Fox. The Structure of Cell Membranes, in Scientific American, February 1972. p. 37. Reproduit avec la permission de W.H. Freeman and Company).

- ENZYMES FACILITANT LA DIFFUSION. Il est prouvé que, dans certains cas, des produits qui diffusent passivement au travers de la membrane voient leur diffusion grandement facilitée par l'action d'enzymes spécifiques, les perméases, situées dans la membrane cellulaire.

- TRANSPORTEURS LIPIDIQUES. Cette théorie est la plus acceptée actuellement. Un exemple: supposons une molécule liposoluble et possédant aussi une certaine affinité lui permettant de fixer un sucre. Cette molécule fixerait le sucre et lui ferait traverser la membrane à cause de sa liposolubilité.

L'ENDOCYTOSE

Une autre forme de transport est constituée par le phénomène de l'endocytose. Dans le cas de particules trop grosses pour traverser la membrane cellulaire par les mécanismes déjà vus, la cellule procède autrement: ces particules (grosses protéines, débris organiques, bactéries, gouttelettes de produits quelconques, etc...) se fixent à la surface de la cellule, puis la membrane cellulaire s'invagine et forme une vacuole qui est libérée à l'intérieur du cytoplasme. Ce mécanisme qui est décrit dans les dessins schématiques qui suivent est appelé PINOCYTOSE dans le cas de l'entrée de gouttelettes de produits et PHAGOCYTOSE dans le cas de l'entrée de grosses particules de nourriture ou de bactéries. Ces deux mécanismes, phagocytose et pinocytose, constituent l'endocytose. Dans l'organisme humain, les cellules de la muqueuse intestinale et les globules blancs du sang sont bien connus pour leur capacité à l'endocytose. Va visionner le film montrant un globule blanc en train de phagocyter des bactéries.

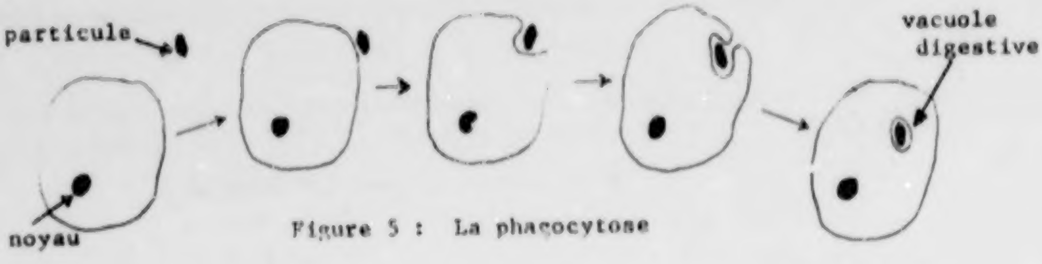


Figure 5 : La phagocytose

RETOURNE A L'ECOUTE.

Partie 2

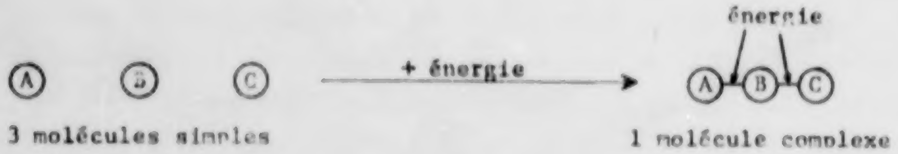
ETAPE 8 : LES PHASES DU METABOLISME CELLULAIRE

On appelle METABOLISME l'ensemble des réactions biochimiques qui permettent à une cellule de survivre, de se développer et même de se multiplier.

Le métabolisme comporte deux phases, l'anabolisme et le catabolisme.

L'ANABOLISME est la phase où la cellule construit des molécules complexes à partir de molécules simples; par exemple, la synthèse de protéines à partir d'acides aminés.

Pour construire, c'est-à-dire synthétiser, la cellule a besoin d'énergie. En effet, les molécules simples s'attachent entre elles pour constituer une molécule complexe par des liens qui exigent de l'énergie pour se former.



Le CATABOLISME est un aspect du métabolisme au cours duquel la cellule dégrade ou décompose des molécules complexes en molécules simples en brisant les liens qui réunissent les molécules simples entre elles. Cette fragmentation de la molécule complexe en molécules simples libère l'énergie qui avait été investie dans la fabrication des liens.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 9 : L'ATP, UNE RESERVE D'ENERGIE

Les molécules d'ATP (adénosine tri-phosphate) se forment par la liaison d'une molécule d'ADP (adénosine di-phosphate) et d'un ion phosphate (P). Des molécules d'ADP et de P sont toujours disponibles dans la cellule.

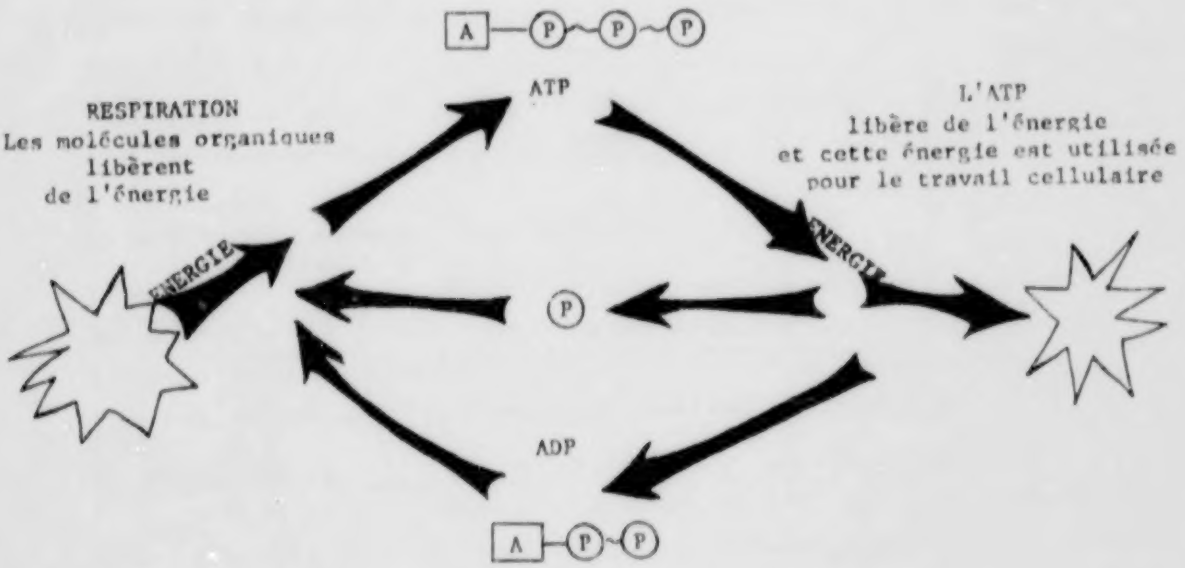


Figure 6: Le cycle de l'ATP

La cellule fabrique des molécules d'ATP (énergie entreposée) ou elle dégrade des molécules d'ATP (utilisation d'énergie) selon les exigences de son métabolisme.

Tout travail cellulaire exigera l'utilisation de molécules d'ATP:

$$ATP \longrightarrow ADP + P + \text{énergie}$$

Toute baisse de la réserve d'ATP entraînera la formation de nouvelles molécules d'ATP :

$$ADP + P + \text{énergie} \longrightarrow ATP$$

RETOURNE A L'ECOUTE.

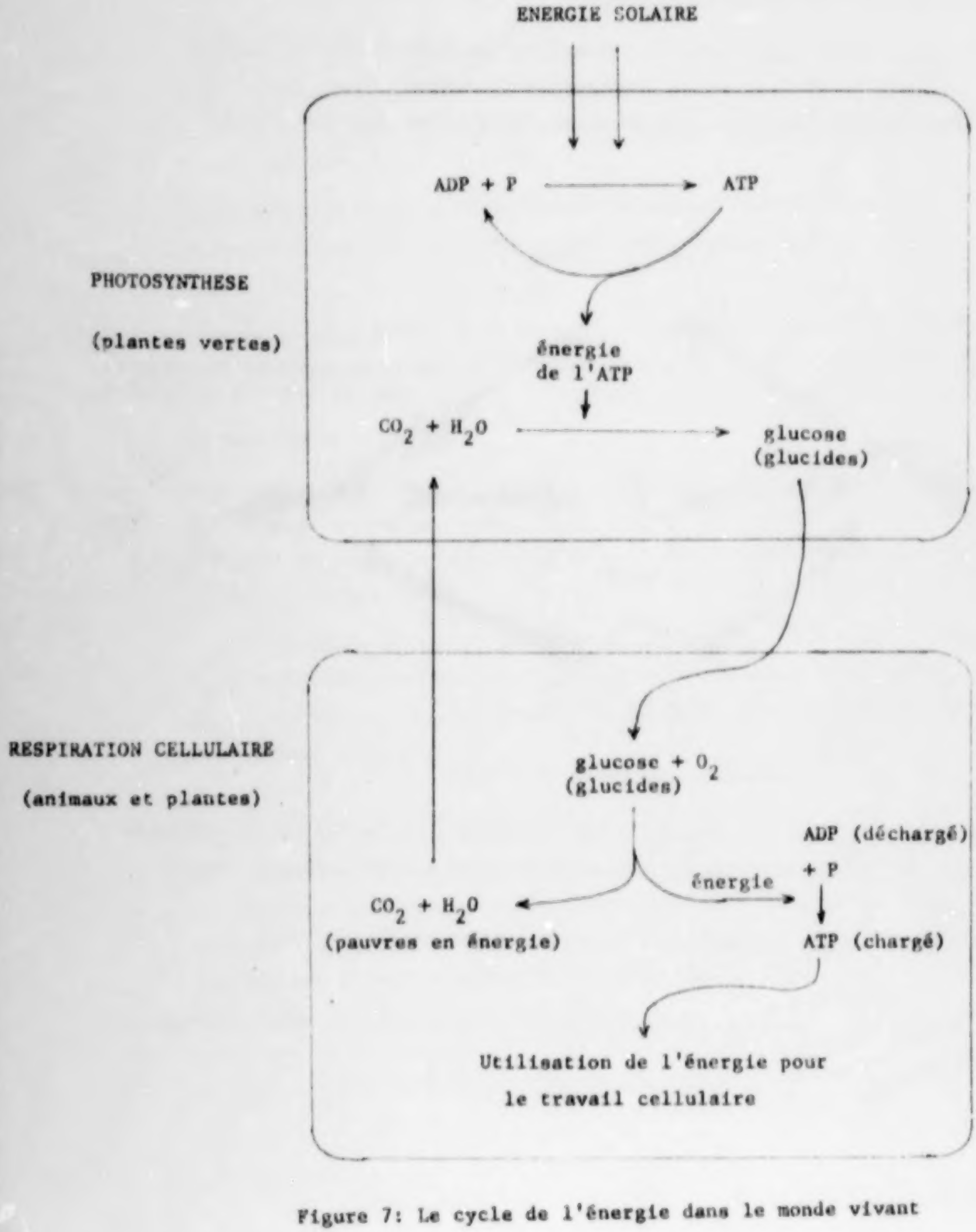


Figure 7: Le cycle de l'énergie dans le monde vivant

ETAPE 10 : LE METABOLISME ET LE CYCLE DE L'ENERGIE CHEZ LES VIVANTS

LA PHOTOSYNTHESE

Les plantes vertes, grâce à leur chlorophylle, peuvent convertir l'énergie solaire en énergie utilisable par toutes les cellules, au cours du processus de la photosynthèse.

Dans la première phase de la photosynthèse, l'énergie lumineuse est convertie en énergie chimique utilisée pour établir un lien à haute teneur énergétique dans l'ATP.

Dans la seconde phase de la photosynthèse, cette énergie de l'ATP est utilisée pour fabriquer du glucose à partir du CO_2 et de l'H_2O.

LA RESPIRATION CELLULAIRE

Le produit de la photosynthèse (le glucose) est une source d'énergie pour les plantes et les animaux. Le processus de la respiration qui est commun à toutes les cellules végétales et animales permet de libérer au besoin l'énergie du glucose et de l'entreposer dans des molécules d'ATP.

L'énergie contenue dans l'ATP est utilisée pour le travail cellulaire. La synthèse de molécules complexes, le transport actif au niveau de la membrane cellulaire, la contraction musculaire, sont des activités nécessitant une dépense d'énergie.

LA CIRCULATION DE L'ENERGIE DANS LE MONDE VIVANT

La respiration cellulaire, en dégradant le glucose, produit le CO_2 et l'H_2O qui sont les matériaux de base nécessaires pour le processus de la photosynthèse. Ainsi s'établit un cycle de l'énergie entre les vivants : les plantes utilisent l'énergie solaire et les produits de dégradation de la respiration des animaux et des plantes; les animaux utilisent l'énergie contenue dans le glucose fabriqué par les plantes vertes, témoignant ainsi de leur entière dépendance énergétique vis-à-vis du monde végétal.

RETOURNE A L'ECOUTE.

La déshydrogénation et le transfert d'énergie

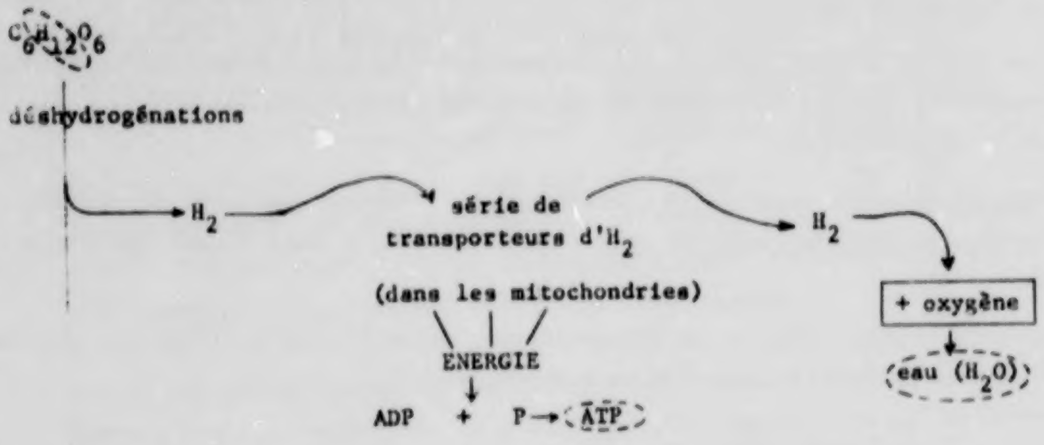


Figure 8: La déshydrogénation

Décarboxylation et déshydrogénation du glucose

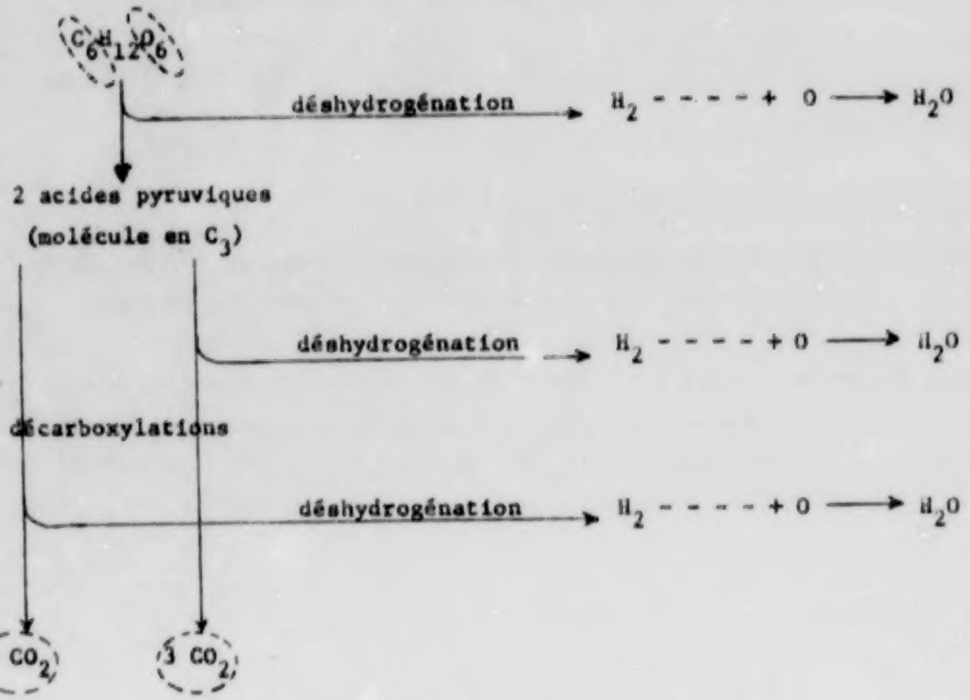


Figure 9: La décarboxylation

ETAPE 11 : LE CATABOLISME; LA DEGRADATION DU GLUCOSE

La DESHYDROGENATION (figure 8)

La molécule du glucose, ou toute autre molécule organique disponible dans la cellule, perd successivement toutes les molécules d'hydrogène qu'elle contient (déshydrogénation). Ces molécules, passant le long d'une chaîne de transporteurs, perdent leur énergie qui est utilisée à la formation d'ATP. A l'extrémité de cette chaîne, dite chaîne respiratoire, les H_2 sont captés par de l'oxygène pour former des molécules d'eau.

Les 12 hydrogènes perdus par la molécule lors de sa déshydrogénation, ne partent pas d'un seul coup. Ils sont arrachés progressivement au cours des différentes étapes de la décarboxylation.

RETOURNE A L'ECOUTE.

La DECARBOXYLATION liée à la déshydrogénation (figure 9)

Dans la suite de réactions assurant la déshydrogénation du glucose, s'intercalent des décarboxylations, c'est-à-dire que le reste de la molécule est fragmenté par l'élimination de molécules de CO_2.

Des systèmes enzymatiques complexes introduisent les molécules d'acide pyruvique dans des cycles de réactions assurant la dégradation complète du glucose.

RETOURNE A L'ECOUTE.

Ensemble des réactions de la dégradation du glucose

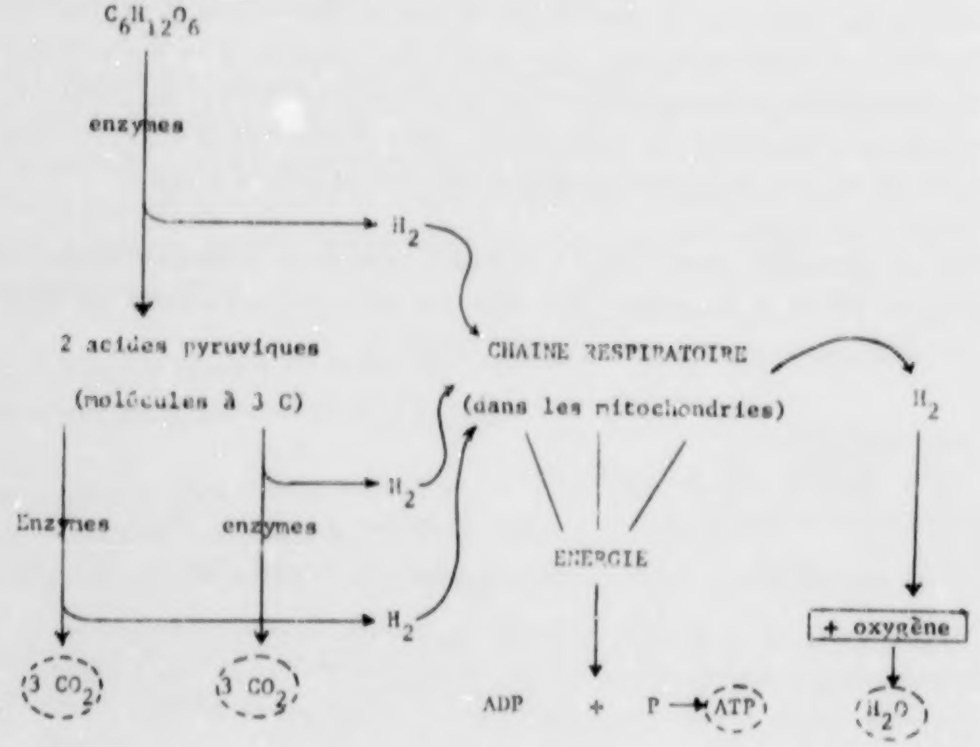


Figure 10: La dégradation du glucose

ENSEMBLE DES REACTIONS

La molécule de glucose est progressivement dégradée au cours d'une suite de réactions qui sont chacune catalysées par une enzyme spécifique.

Cette dégradation se fait surtout par des déshydrogénations. Ces hydrogènes sont captés par les transporteurs de la chaîne respiratoire des mitochondries. Ces transporteurs sont capables de transférer l'énergie dégagée par les hydrogènes en transit dans les molécules d'ATP. Au bout de la chaîne, l'oxygène se charge de récupérer les hydrogènes pour former des molécules d'eau.

Aux déshydrogénations successives, s'ajoutent des décarboxylations qui terminent la fragmentation de la molécule de glucose.

Les molécules résultantes sont l'eau et le gaz carbonique. Ce dernier, étant toxique, est éliminé par la cellule, alors que l'eau peut servir pour d'autres réactions.

Les phénomènes importants se situent au niveau de la chaîne respiratoire des mitochondries où un nombre important de molécules d'ATP sont fabriquées.

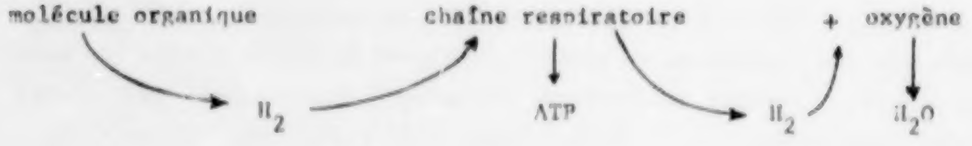
L'O_2 est essentiel au fonctionnement de cette chaîne respiratoire, car c'est cette molécule qui se charge de récupérer les hydrogènes arrachés au glucose. Toute pénurie d'O_2 bloque la chaîne respiratoire donc la formation d'ATP; c'est l'O_2 qui permet la respiration cellulaire, génératrice d'énergie chimique.

$$C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 \xrightarrow[\text{chaîne respiratoire}]{\text{enzymes}} 6\,H_2O + 6\,CO_2 + 38\text{ mol.ATP}$$

Pour chaque molécule de glucose dégradée, 38 molécules d'ATP sont formées.

AUTRES CARBURANTS CELLULAIRES

Toutes les molécules organiques, comme le glucose, sont susceptibles d'être déshydrogénées en présence d'O_2, de façon à libérer leur énergie le long de la chaîne respiratoire. La suite de réactions impliquées diffère quelque peu et fournit un rendement moindre que le glucose en quantité de molécules d'ATP formées.



RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 12 : ROLE ET NATURE DES ENZYMES

Tu viens de voir que la cellule utilise des molécules qu'elle dégrade pour en soutirer de l'énergie. Ces dégradations se font par étapes. Mais pourquoi? Pourquoi les dégradations ne se produisent-elles pas d'un coup comme cela existe dans le monde non-vivant (lorsqu'un carburant quelconque brûle). La raison fondamentale de cette combustion lente qu'on nomme respiration cellulaire réside dans le fait que ces réactions de dégradation (tout comme celles de synthèse) sont contrôlées par des produits qu'on nomme les ENZYMES.

En effet, pour chacune des étapes d'une dégradation, il existe une enzyme spécifique. En fait, si les enzymes n'existaient pas, la dégradation ne se ferait pas; la quantité de chaleur existant au niveau de la cellule est trop faible pour activer la réaction. En dehors du vivant, un carburant peut se dégrader si on l'active par une source d'énergie extérieure (flamme ou étincelle); cette énergie d'activation sert à augmenter l'agitation moléculaire (tu connais déjà cette notion) et donc les contacts entre les molécules. Dans la cellule, il est impossible de fournir assez de chaleur pour activer la réaction: il faut donc augmenter les facilités de contact entre les molécules d'une autre façon. Cette autre façon, ce sont les enzymes.

Les enzymes sont, soit des protéines, soit des molécules contenant une partie protéique. Or, tu l'as vu, les protéines possèdent une configuration tridimentionnelle (une certaine forme dans l'espace) qui est différente pour chaque protéine. Cette configuration permet à certaines protéines qu'on appelle enzymes, de se mouler sur des molécules qui correspondent à cette configuration et de favoriser le contact entre celles-ci. Lorsque le contact se fait, la réaction est activée et se produit.

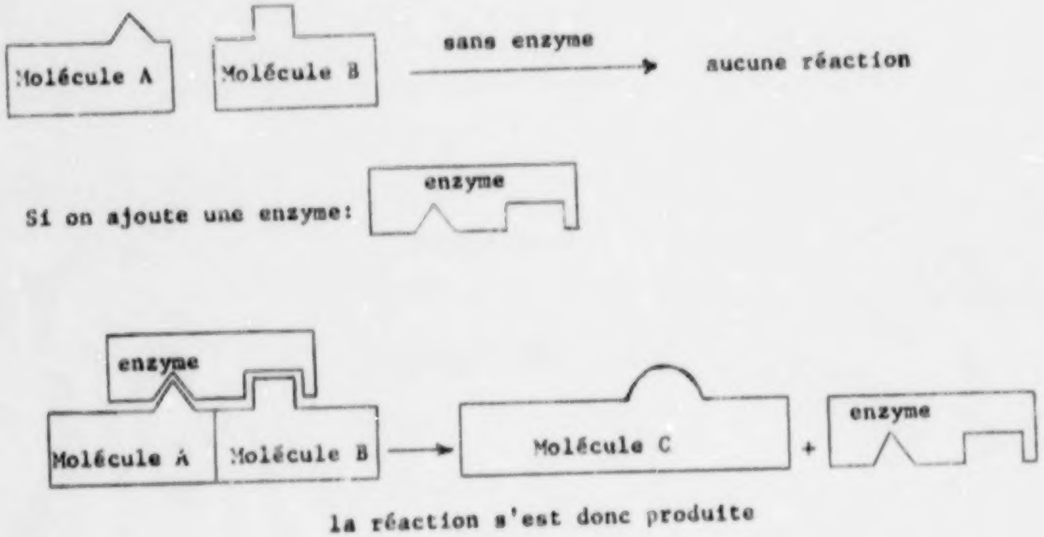


Figure 11: Le fonctionnement d'une enzyme

Remarque qu'à la fin de la réaction, l'enzyme se retrouve intacte; elle ne prend pas part à la réaction, elle ne fait que favoriser les contacts entre les molécules susceptibles de réagir. Ce phénomène fait en sorte qu'une très faible quantité d'enzyme peut catalyser (c'est le terme employé pour parler de l'action d'une enzyme) une grande quantité de molécules.

Mini-cours 4

L'ACTIVITE NUCLEAIRE

4-1

Mini-cours 4

L'ACTIVITE NUCLEAIRE

Objectifs de comportement

A la fin de ce mini-cours tu dois être capable de :

1- Décrire la composition d'un nucléotide d'ADN et d'ARN
2- Classer les diverses bases azotées suivant leur type (purine ou pyrimidine) et leur appartenance à la molécule d'ADN ou d'ARN
3- Décrire la configuration spatiale de l'ADN et de l'ARN
4- Construire une molécule théorique d'ADN et d'ARN
5- Décrire dans l'ordre les étapes de la duplication de l'ADN
6- Décrire dans l'ordre les étapes de la formation de l'ARN
7- Différencier entre l'ARN messager et l'ARN de transfert aux points de vue structure et fonction
8- Décrire dans l'ordre toutes les étapes du processus de la synthèse des protéines
9- Montrer l'importance de l'ADN dans la vie au niveau de la structure et du métabolisme
10- Décrire dans l'ordre les phases de la mitose en insistant sur le comportement des chromosomes
11- Identifier les cellules subissant la mitose et celles subissant la méiose
12- Distinguer les termes suivants: ADN, chromosome, chromatide, centromère
13- Enoncer les caractéristiques qui font que deux chromosomes forment une paire
14- Placer en ordre et identifier une série de schémas représentant les différentes étapes de la mitose
15- Identifier au microscope ou sur des schémas chacune des phases de la mitose
16- Expliquer comment on peut dire que la mitose est une division équationnelle
17- Situer la duplication de l'ADN dans la mitose
18- Distinguer duplication de l'ADN, dédoublement des chromosomes, division nucléaire et division cellulaire

INTRODUCTION

Une cellule privée de son noyau dépérit, puis meurt, incapable de maintenir son activité interne et de fabriquer sa propre substance. C'est qu'elle a perdu son "programme". Elle ne sait plus quel type de réactions biochimiques elle doit favoriser, ni quel rythme de production doit être maintenu.

Ce programme est contenu dans les acides nucléiques du noyau; il constitue un code selon lequel telle activité métabolique se passe dans la cellule plutôt que telle autre. Ce code est universel, c'est un langage que parlent tous les virus, bactéries, cellules animales ou végétales. Ce qui change d'un type de cellule à l'autre, ce sont les mots employés.

La première partie de ce mini-cours va analyser ce code et démontrer son importance pour le métabolisme cellulaire. En effet, la bonne marche du métabolisme est liée à la présence des bons enzymes comme on l'a vu dans le mini-cours précédent. Ces enzymes sont des protéines et nous allons voir que seul le noyau connaît les plans de construction des protéines. Le déroulement du métabolisme est donc tributaire de l'activité nucléaire.

En deuxième partie, nous verrons une activité particulière du noyau : au moment où la cellule atteint sa taille maximale, elle amorce sa propre duplication à partir de ses acides nucléiques. Cette capacité d'autoreproduction est une propriété exclusive à la matière vivante et en assure la perpétuation et l'expansion.

Partie 1

ETAPE 1 : LES TYPES D'ACIDE NUCLEIQUE

1) Pourquoi emploie-t-on le terme nucléique dans acide nucléique ?

. . . .

2) Quel est le nom complet des deux acides nucléiques et quelle est leur abréviation ?

. . . .

. . . .

3) Quelles structures, à l'intérieur du noyau, contiennent surtout

de l'ADN ? . . . .

de l'ARN ? . . . .

4) Quelles structures, à l'intérieur du cytoplasme, contiennent surtout

de l'ADN ? . . . .

de l'ARN ? . . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 2 : ELEMENTS DE BASE DE L'ADN ET DE L'ARN : ETUDE D'UN MODELE

(Vérifie chacune de tes réponses avec le solutionnaire de l'annexe à la fin de la Partie 1)

1) A quoi ressemble la molécule d'ADN si tu la déspiralises ?

. . . .

2) En observant bien chacune des pièces qui constituent la molécule d'ADN, combien de pièces différentes au point de vue forme et couleur distingues-tu dans cette molécule ?

. . . .

3) Y a-t-il le même nombre de pièces différentes dans la molécule d'ARN ?

. . . .

4) La forme des pièces est-elle la même dans l'ADN et l'ARN ?

. . . .

5) Combien y a-t-il de couleurs différentes

dans l'ADN ? . . . .

dans l'ARN ? . . . .

6) Combien de pièces (au point de vue de la couleur) différencient l'ADN de l'ARN ?

. . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 3 : STRUCTURE DES NUCLEOTIDES D'ADN ET D'ARN

La structure de l'ADN et de l'ARN est formée d'unités de base qui se répètent pour former la structure de la molécule complète. La molécule est constituée de "n" unités de base; ces unités de base sont nommées NUCLEOTIDES.

A) STRUCTURE DE BASE D'UN NUCLEOTIDE

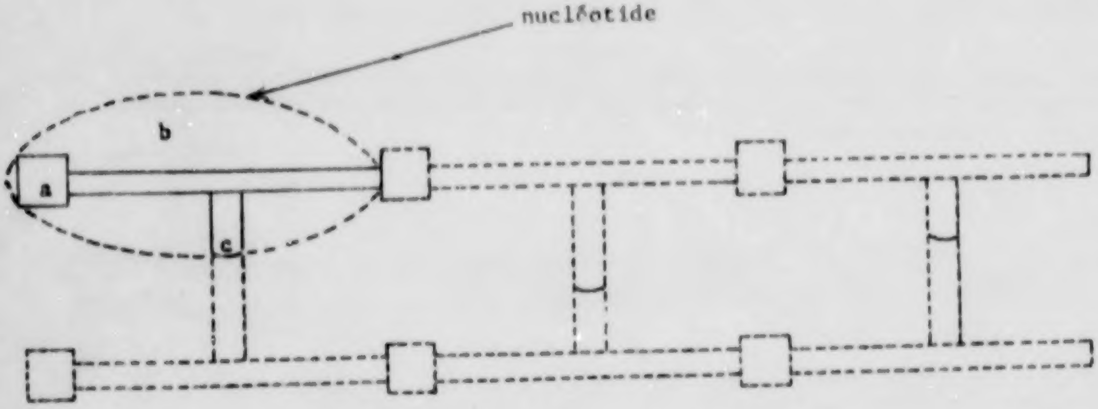


Figure 1: Le nucléotide

a: groupement phosphate
(dérivé de l'acide phosphorique)

b: sucre à 5 atomes de carbone
(famille des pentoses)

c: base azotée

- le groupement PHOSPHATE est le même pour l'ADN et l'ARN
- le sucre des nucléotides de l'ARN se nomme le RIBOSE; celui des nucléotides de l'ADN contient un atome d'oxygène de moins et se nomme donc le DESOXYRIBOSE
- les bases azotées se groupent en deux familles au point de vue de la longueur des molécules:

PURINES: bases azotées dont la molécule est longue

PYRIMIDINES: bases azotées dont la molécule est courte.

-Chacune de ces deux familles comporte un certain nombre de bases azotées qui diffèrent par leur composition chimique:

les purines comprennent l'ADENINE (sigle A) et la GUANINE (G)

les pyrimidines comprennent la CYTOSINE (C), la THYMINE (T) et l'URACILE (U).

-Un nucléotide de l'ADN peut contenir une des 4 bases azotées suivantes:

ADENINE	CYTOSINE
GUANINE	THYMINE

-Un nucléotide de l'ARN peut contenir une des 4 bases azotées suivantes:

ADENINE	CYTOSINE
GUANINE	URACILE

B) LES 4 NUCLEOTIDES DE L'ADN ET LES 4 NUCLEOTIDES DE L'ARN

Voici un tableau qui résume la composition des nucléotides de l'ADN et de l'ARN :

ARN	ADN
1. adénine - ribose - phosphate	1. adénine - désoxyribose - phosphate
2. guanine - ribose - phosphate	2. guanine - désoxyribose - phosphate
3. cytosine - ribose - phosphate	3. cytosine - désoxyribose - phosphate
4. uracile - ribose - phosphate	4. thymine - désoxyribose - phosphate

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 4 : STRUCTURE DE L'ADN ET DE L'ARN

A) STRUCTURE DE L'ARN

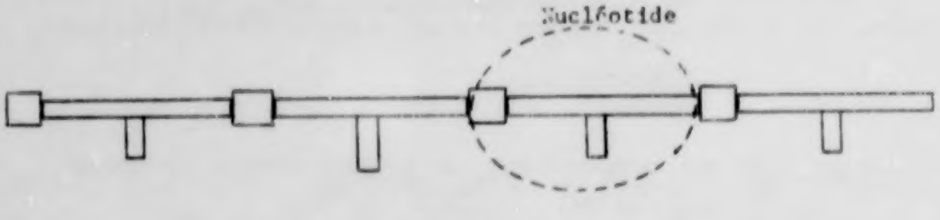


Figure 2: La molécule d'ARN

Une molécule d'ARN est constituée d'une chaîne simple de nucléotides d'ARN (voir Figure 2). Les quatre sortes de nucléotides peuvent être alignées dans toutes les séquences imaginables et la longueur de la molécule d'ARN, c'est-à-dire le nombre de nucléotides alignés, peut varier aussi. Il existe donc une variété presqu'infinie de molécules d'ARN possibles.

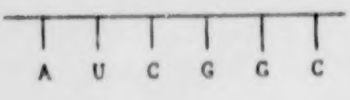
Ces nucléotides sont fixés entre eux par des liens qui s'établissent entre le phosphate d'un nucléotide et le ribose de l'autre et ceci en présence d'une enzyme, l'ARN-polymérase. Le squelette de base de l'ARN est donc constitué d'une alternance phosphate - ribose - phosphate - ribose etc.... auquel sont fixées les diverses bases azotées. Voici deux façons de représenter une molécule d'ARN donnée:

```
Façon 1:  -P-R-P-R-P-R-P-R-P-R-P-R-
             |   |   |   |   |   |
             A   U   C   G   G   C
```

P = phosphate

R = ribose

Façon 2:



B) STRUCTURE DE L'ADN

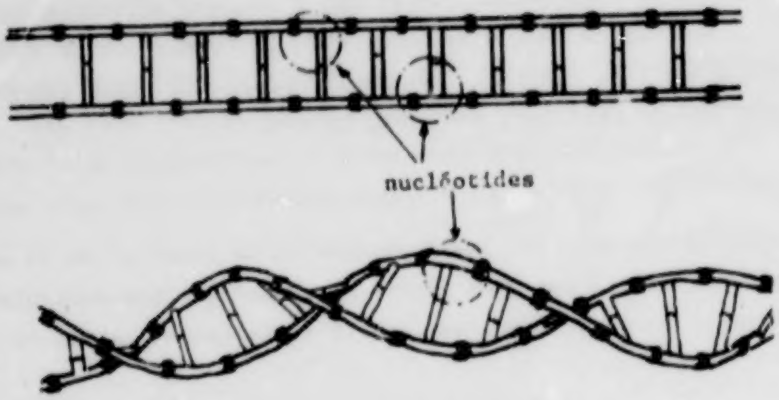


Figure 3: La molécule d'ADN

Une molécule d'ADN est constituée de deux chaînes de nucléotides tordues pour former une hélice double (voir figure 3). Dans le modèle utilisé, la double hélice est comme une échelle tordue. Les barreaux doivent tous être de même longueur pour que les côtés de l'échelle soient parallèles. Dans l'ADN, chaque barreau est formé de l'union de deux bases azotées qui sont toujours une purine et une pyrimidine (pour garder la longueur des barreaux constante). Les liaisons entre les deux bases azotées sont des liaisons dites hydrogènes qui ne sont pas très fortes.

Qu'est-ce qui fait que l'association purine-pyrimidine maintient la longueur des barreaux constante ?

. . . .

. . . .

De plus, ce n'est pas n'importe laquelle purine qui peut établir une liaison avec n'importe laquelle pyrimidine. En effet, à cause d'affinités chimiques particulières, l'adénine ne peut s'associer qu'à la thymine et la cytosine ne peut s'associer qu'à la guanine. Les seuls couples de bases azotées possibles sont donc les couples A-T, T-A, C-G, et G-C.

Comme pour l'ARN, la séquence des bases azotées et la longueur de la molécule peuvent varier. Voici les deux façons de symboliser une molécule d'ADN quelconque (remarque qu'on ne tient pas compte de la spiralisation de la molécule):

```
                              Façon 1:   -P-D-P-D-P-D-P-D-P-D-P-D-
                                            |   |   |   |   |   |
P = phosphate                               A   G   C   G   T   T
                                            '   '   '   '   '   '
D = désoxyribose                            T   C   G   C   A   A
                                            |   |   |   |   |   |
                                         -P-D-P-D-P-D-P-D-P-D-P-D-
```

```
                              Façon 2:   ___________________________
                                            A   G   C   G   T   T
                                            '   '   '   '   '   '
                                            T   C   G   C   A   A
                                         ___________________________
```

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 5 : DUPLICATION DE L'ADN

La duplication de l'ADN dans la cellule débute par le bris des liaisons hydrogène qui retiennent les bases azotées et donc finalement les deux chaînes. Les deux chaînes se séparent donc et les bases azotées ne sont plus liées qu'au désoxyribose; elles sont donc disponibles pour une liaison éventuelle avec leur base azotée complémentaire selon les affinités A-T et G-C.

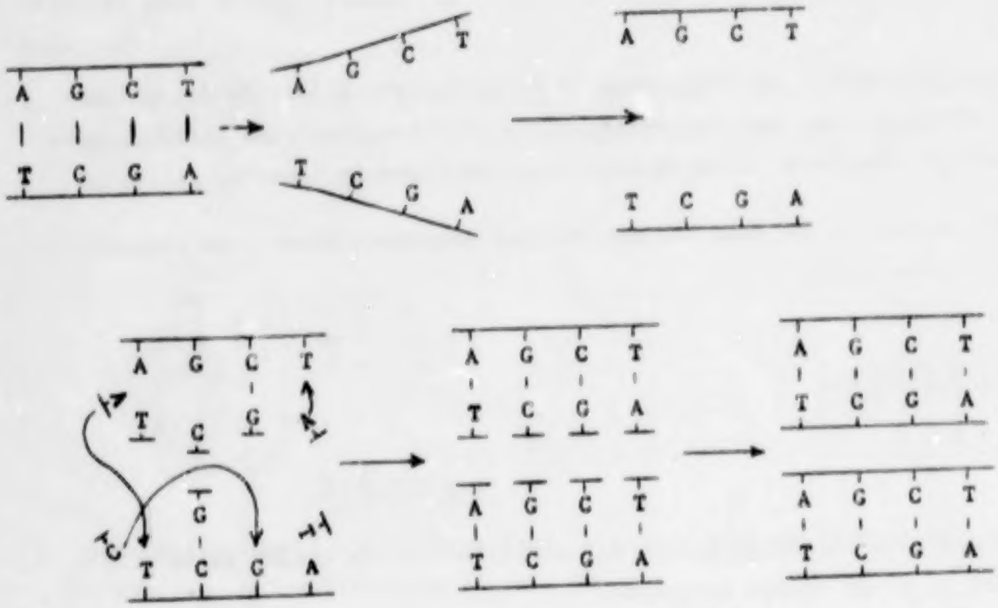


Figure 4: La duplication de l'ADN

C'est effectivement ce qui va se produire ensuite. Il existe en effet, à l'état libre dans le noyau, des nucléotides d'ADN (les 4 sortes mentionnées à l'étape 3B). Ces nucléotides libres viennent se lier aux deux chaînes ouvertes de l'ADN; ces liens s'effectuent par des liaisons entre les bases azotées des nucléotides libres et les bases azotées des deux chaînes d'ADN.

Cette étape où les nucléotides nouveaux se rattachent entre eux doit se faire en présence d'une enzyme, l'ADN polymérase, et d'une source d'énergie (puisqu'il s'agit de faire une synthèse). Cette source d'énergie c'est l'ATP produit par le catabolisme cellulaire (cf. ton mini-cours 3, <u>étape 11</u>). Si tu examines bien le premier et le dernier dessin de la série, tu vois que la molécule d'ADN s'est dédoublée en deux molécules-filles identiques à elle-même.

EXERCICE

Voici une molécule d'ADN différente de celle qui est illustrée à la figure 4; en effet, la séquence des paires de nucléotides n'est pas la même. Les deux chaînes complémentaires se sont séparées l'une de l'autre.

Complète chaque chaîne avec des nucléotides complémentaires pour obtenir deux molécules d'ADN.

T T G C A C
A A C G T G

T T G C A C

A A C G T G

Chacune des deux molécules-filles est constituée d'une chaîne de la molécule-mère et d'une chaîne nouvelle.

RETOURNE A L'ECOUTE.

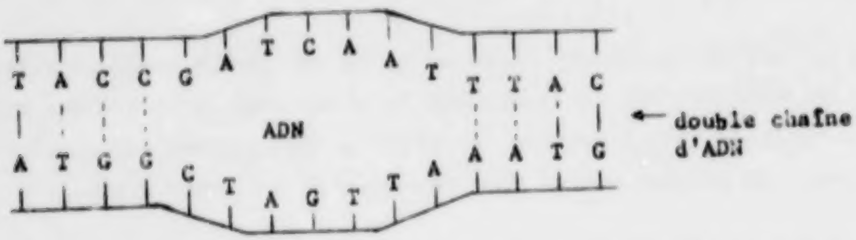
ETAPE 6 : LA SYNTHESE DES PROTEINES

Le code de la synthèse des protéines est contenu dans l'ADN des chromosomes, dans le noyau de la cellule. C'est par l'intermédiaire de molécules d'ARN que le code sera transmis aux ribosomes du cytoplasme. En déchiffrant le message de l'ARN, les ribosomes assemblent les acides aminés en une chaîne qui, une fois terminée, constituera la protéine.

A) Formation des ARN.

L'ADN fabrique de la même façon les deux ARN nécessaires à la synthèse d'une protéine dans le cytoplasme; il s'agit de l'ARN messager et de l'ARN de transfert.

1. Une petite partie de l'ADN s'ouvre. Une seule des deux chaînes ainsi découvertes va présider à la fabrication d'une molécule d'ARN. Supposons qu'il s'agit de la chaîne supérieure.



2. Des nucléotides d'ARN, libres dans le noyau, vont se fixer à la chaîne d'ADN, selon les affinités AT, UA, CG.

3. Les nucléotides d'ARN ainsi placés côte à côte unissent leurs phosphates et leurs riboses de façon à former une chaîne continue d'ARN, qui est la réplique complémentaire de la chaîne d'ADN.

T A C C G A T C A A T T T A C ← chaîne d'ADN

A U G G C U A G U U A A A U G ← chaîne d'ARN

4. La molécule d'ARN nouvellement formée se détache complètement de la molécule d'ADN.

A U G G C U A C U U A A A U G

molécules d'ARN messager ou
molécules d'ARN de transfert

B) Rôle des ARN.

Un ARN est appelé "messager" parce qu'il va quitter le noyau et aller porter le message qu'il contient dans le cytoplasme au niveau des ribosomes. Cet ARN messager (ARN_m) contient en effet un message qui lui a été transmis par l'ADN. Ce message réside dans la séquence des bases azotées.

Un autre type d'ARN est appellé "de transfert" parce qu'il a pour rôle de transférer les acides **aminés** à l'endroit qui leur convient le long d'une protéine en formation.

Les ARN de transfert sont des molécules beaucoup plus courtes que les ARN messager; en effet, une molécule d'ARN messager contient des centaines de nucléotides alors qu'un ARN de transfert n'en contient que 70 environ.

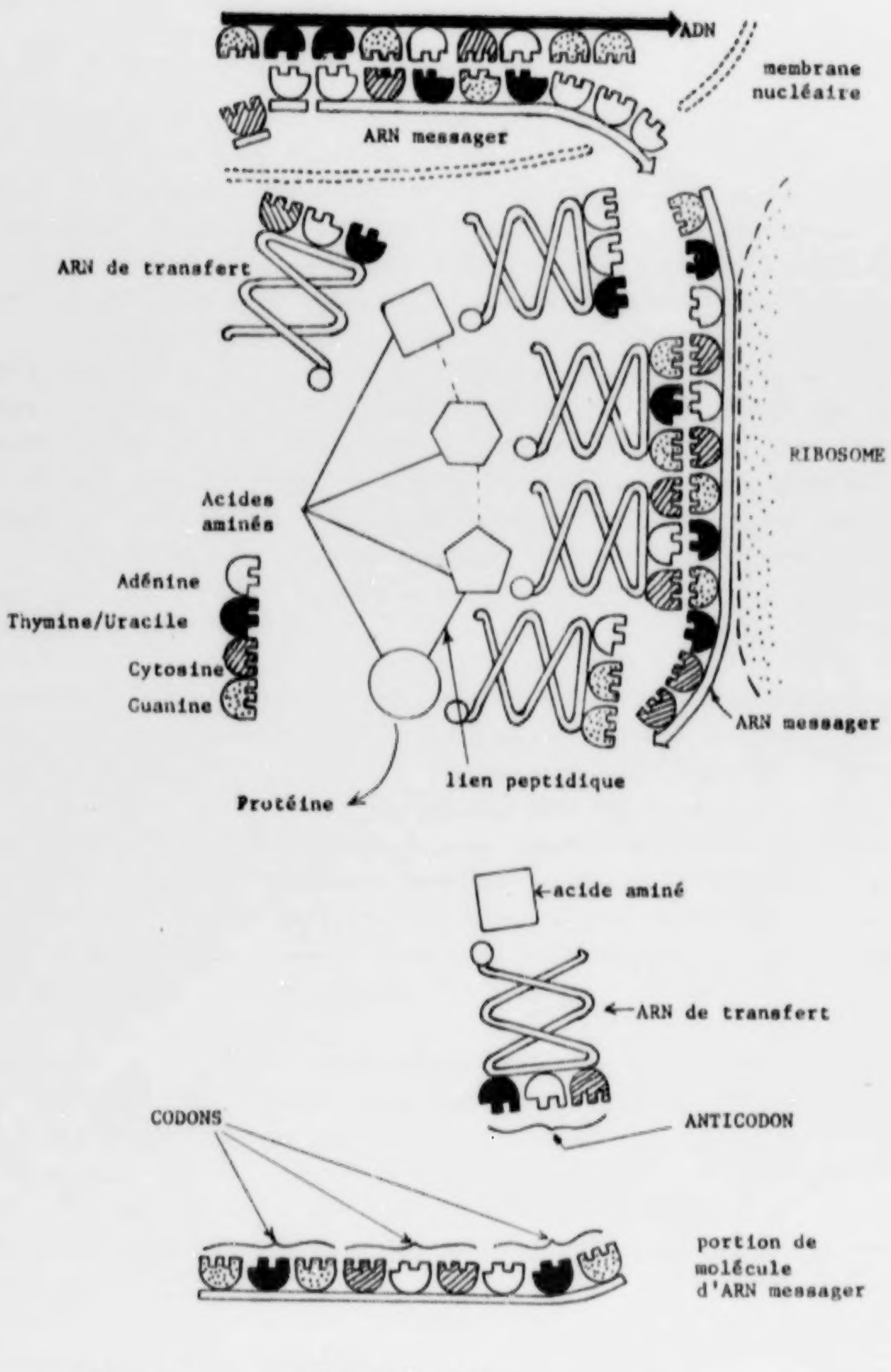


Figure 5 : Biosynthèse des protéines

C) Etapes de la synthèse des protéines (Figure 5)

Pour qu'une protéine soit synthétisée, il faut qu'une série de trois acides nucléiques interviennent, l'ADN, l'ARN messager (ARN_m) et l'ARN de transfert (ARN_t). Comme tu l'as vu plus haut, sur une chaîne d'ADN se **synthétise un** ARN complémentaire nommé ARN messager car il va porter l'information de l'ADN contenu dans le noyau, jusqu'au cytoplasme qui est le lieu de la synthèse. L'ARN messager se fixe alors sur les ribosomes où s'effectue l'assemblage, dans le bon ordre, des différents acides aminés. Pour cela il faut que les acides aminés soient liés au préalable à un ARN de transfert qui leur est spécifique. Ce dernier (voir figure 5), déchiffrant à la fois le langage chimique des acides aminés et celui des acides nucléiques, va "convoyer" l'acide aminé jusqu'au site de synthèse de la protéine, site formé du messager lié au ribosome. Les trois types d'acides nucléiques qui interviennent ont en fait un langage commun: le code génétique.

Comment se fait le codage? Il s'agit de faire correspondre un alphabet de quatre lettres (les quatre bases nucléiques A-T-G-C) à un alphabet de vingt lettres (les vingt acides aminés). On sait aujourd'hui que c'est un "triplet" de trois bases qui correspond à la position déterminée d'un acide aminé; la molécule d'ADN peut être considérée comme formée de séries de trois bases auxquelles correspondent trois bases complémentaires de l'ARN messager. Trois bases complémentaires représentent un CODON. Sur ce codon viennent se fixer par la même règle de complémentarité trois bases de l'ANTICODON de l'ARN de transfert chargé d'un acide aminé.

Autrement dit: l'ADN porte différents triplets de bases qui vont être traduits en codons sur l'ARN messager, et en anticodons sur les ARN de transfert. Pour qu'une protéine soit construite dans l'ordre voulu, il faut un seul ARN messager mais autant d'ARN de transfert que d'acides aminés. Et c'est seulement par l'articulation codon-anticodon que l'ordre peut être respecté.

Va voir dans le Cahier de Documents une photo représentant un schéma-couleur de la synthèse des protéines.

RETOURNE A L'ECOUTE.

D) La synthèse des protéines et l'activité cellulaire

Un concept primordial: L'ADN contrôle L'ACTIVITE CELLULAIRE

Ce concept peut s'exprimer sous la forme des syllogismes suivants:

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

ANNEXE: REPONSES AUX QUESTIONS DE L'ETAPE 2

1) A une échelle
2) 6 formes
3) Oui
4) Oui
5) a) 6
   b) 6
6) 2

EXERCICE

Pour faire cet exercice, tu as besoin d'utiliser le triplet codé de certains ARN_t *capables d'identifier quelques acides aminés; le voici:*

triplet de l'ARN_t →	*acide aminé identifié*
UUU	*phénylalanine*
GUA	*valine*
AGC	*sérine*
AAG	*lysine*
UAC	*tyrosine*
GGG	*glycine*
AUG	*méthionine*

1. *Un segment de molécules d'ADN comporte sur une de ses demi-chaînes la série de bases azotées suivante:*

   A A G T A C G G G

   Ecris la demi-chaîne qui complète le segment d'ADN.

2. *Ce segment d'ADN, pour transmettre son message codé au cytoplasme, entreprend la synthèse d'une molécule d'ARN messager.*

   Comment écris-tu cette molécule si on considère la demi-chaîne supérieure comme détentrice du code ?

3. *Si, à son tour, cette molécule d'*ARN_m *accomplit sa mission et se rend dans le cytoplasme pour se fixer à un ribosome, combien de molécules d'ARN de transfert viendront s'apparier et comment s'écrit chacune d'elles par rapport à la molécule d'*ARN_m *? Ecris celle-ci (*ARN_m*) aussi bien que celles-là (*ARN_t*).*

4. *Quels sont les acides aminés qui, dans l'ordre, vont correspondre au segment d'ADN de la question 1 ?*

5. *Une autre séquence de bases azotées le long d'une molécule d'ADN dirige la synthèse d'un* ARN_m *qui, parvenu au cytoplasme, accepte, dans l'ordre, les* ARN_t *suivants:*

UUG, AAC, GGA, et UAC.

Comment écris-tu la séquence de bases azotées de la molécule d'ADN qui leur correspond ?

6. *Quelle séquence de bases azotées présente la molécule d'*ARN_m *qui est capable de diriger la synthèse d'une protéine qui commence ainsi:*

méthionine - glycine - valine

7. *Quels sont les acides aminés dont le code est détenu par la demi-chaîne d'ADN qui suit, et dans quel ordre se présentent-ils ?*

T T T A G C G T A A T G

8. *Si l'ARN$_m$ suivant s'attache à des ribosomes, quels acides aminés comportera la protéine fabriquée ? Place-les dans l'ordre.*

A U G U C G

9. *Dans une molécule d'ADN, on trouve la série de couples de bases azotées qui suit. Quels sont les ARN$_t$ qui leur correspondent ? (la demi-chaîne inférieure détient le code de formation de la protéine).*

A T G A A A T T C

T A C T T T A A G

Partie 2

ETAPE 7 : LA DIVISION CELLULAIRE : NOTIONS PRELIMINAIRES

A) TYPES DE DIVISION CELLULAIRE

Il y a deux types de division cellulaire qui sont utilisés à l'intérieur de l'organisme humain. Le premier type est la mitose qui est utilisée par presque toutes les cellules du corps sauf celles qui ont pour tâche de se diviser pour former les cellules reproductrices ou gamètes (spermatozoïde et ovule). Dans ce dernier cas, le type de division cellulaire est la méiose. Le présent mini-cours va traiter de la mitose alors que le prochain mini-cours (celui de la semaine prochaine) traitera de la méiose.

B) STRUCTURE DES CHROMOSOMES

Les chromosomes sont des structures qui n'apparaissent qu'au moment de la mitose. Ils s'édifient au début de celle-ci à partir de la chromatine du noyau. Chromatine et chromosomes sont deux états d'un même matériel qui est l'ADN.

Les amas de chromatine qu'on observe dans le noyau en INTERPHASE (i.e. qui n'est pas en division), sont faits de longues molécules d'ADN.

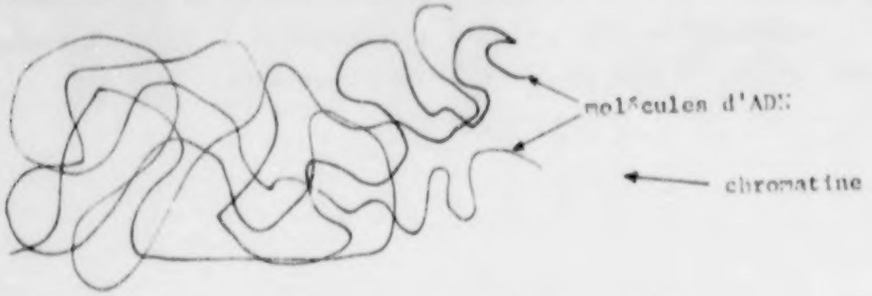


Figure 7: La chromatine et l'ADN

En prévision d'une mitose, à la fin de l'interphase, chaque molécule d'ADN se dédouble; c'est la duplication de l'ADN comme tu l'as vu à l'étape 5.

La division cellulaire commence au moment où toutes les molécules d'ADN dédoublées se spiralisent graduellement.

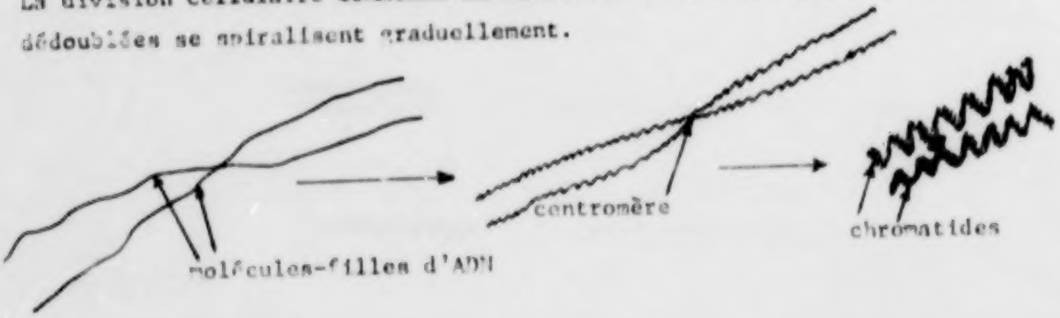


Figure 8: La spiralisation des molécules d'ADN.

La structure qui apparaît alors visible au microscope est un CHROMOSOME dédoublé, car les deux molécules-filles d'ADN sont restées réunies en un point précis, le CENTROMERE, où la spiralisation est moindre. Chaque filament spiralé réuni à un autre par le centromère prend le nom de CHROMATIDE.

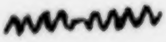
Dans l'espèce humaine, le nombre de chromosomes qui apparaissent ainsi à la mitose est de 46; ils sont groupés en 23 paires. Les deux chromosomes qui forment une paire ont toujours approximativement la même longueur et leur centromère est toujours au même endroit le long du chromosome.

Figure 9: 3 paires de chromosomes

Au cours de la mitose, les centromères vont se rompre, libérant ainsi les chromatides qui, devenues indépendantes, prennent le nom de chromosomes-fils.

Selon la phase de la mitose, le mot chromosome désignera donc,

soit le chromosome dédoublé:

soit le chromosome-fils: 

Pour plus de facilité et comme le **montrent d'ailleurs les micrographies** prises au microscope optique, on représentera dorénavant les chromosomes par des traits épaissis figurant la forte spiralisation de la molécule d'ADN.

paire de chromosomes
(dédoublés)

chromosome-fils

L'illustration scientifique courante a consacré une représentation du centromère qui est disproportionnée par rapport à sa taille réelle.

RETOURNE A L'ECOUTE.

LES PHASES DE LA MITOSE

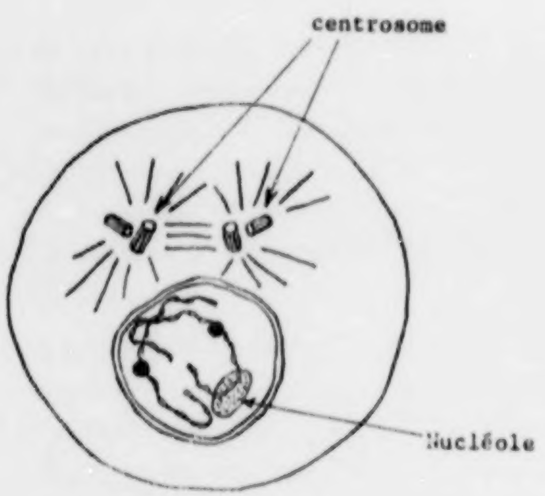


Schéma A: Début de prophase

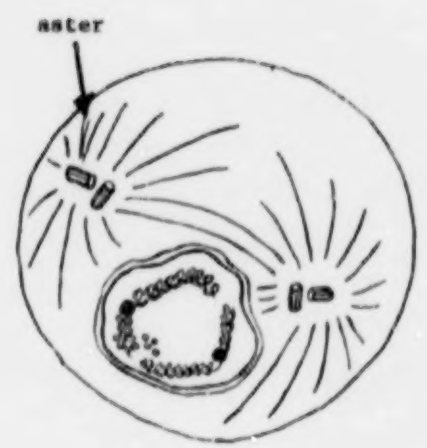


Schéma B: Milieu de prophase

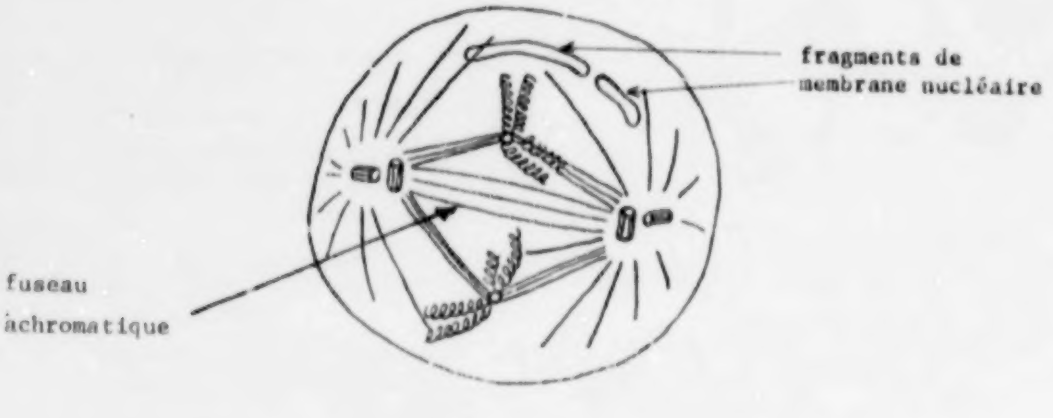


Schéma C : Fin de prophase

Figure 10 : Les phases de la mitose (début)

ETAPE 8 : LA MITOSE

La mitose est le mode de division cellulaire qui assure la multiplication des cellules. Pour beaucoup d'organismes unicellulaires, c'est le mécanisme de reproduction de l'organisme entier. Ce mécanisme de la mitose est des plus importants : il assure la croissance de l'organisme et le remplacement des cellules usées. Suivant le type de cellules et le genre d'organisme, le temps nécessaire au déroulement de la mitose varie de quelques minutes à plusieurs heures.

Les deux cellules-filles résultant d'une mitose possèdent chacune le même bagage d'ADN que la cellule-mère. Ceci assure l'identité du code génétique contenu dans chacune des cellules de l'organisme, ces cellules étant produites par mitoses successives à partir de l'"oeuf".

La cellule qui "prévoit" entrer en mitose, double donc son ADN à la fin de l'interphase (période entre deux mitoses). On ne peut "voir" ce phénomène au microscope car l'ADN est à l'état de chromatine.

Voici les différentes phases de la division cellulaire mitotique (les schémas qui suivent tiennent compte d'une seule paire de chromosomes).

1) PROPHASE (schémas A, B et C)

-le centrosome se dédouble (A)

-chaque chromosome (dédoublé en 2 chromatides) devient visible parce que les longs filaments se spiralisent comme des ressorts

-le ou les nucléoles disparaissent (B)

-un fuseau de fibrilles s'établit entre les deux centrosomes qui se sont séparés pour former les deux pôles de ce fuseau: c'est le fuseau achromatique (B)

-dans les cellules animales, des fibrilles semblables rayonnent autour de chaque centrosome pour former des asters (structures étoilées)

-la membrane nucléaire se fragmente et disparaît (C)

-chaque chromosome dédoublé (2 chromatides reliées par un centromère) est lié par son centromère aux fibres du fuseau (C)

LES PHASES DE LA MITOSE (suite)

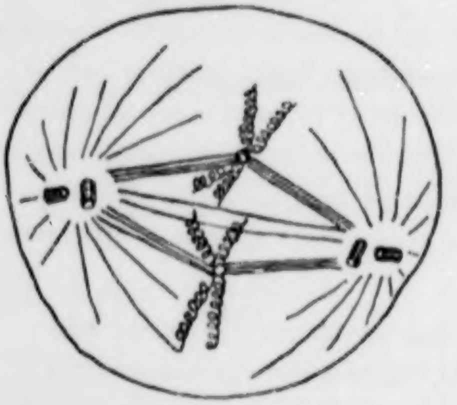


Schéma D : Métaphase

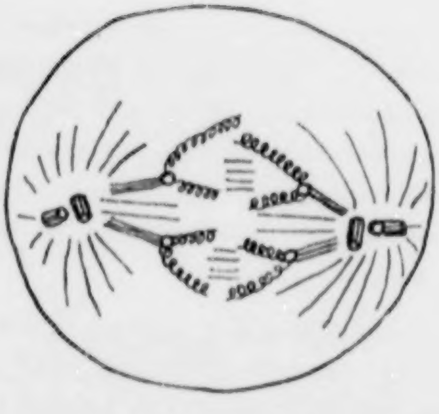


Schéma E : Anaphase

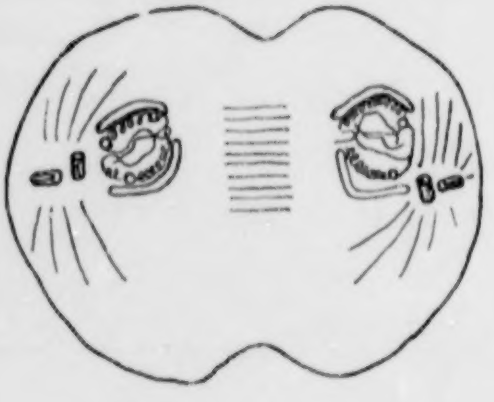


Schéma F : Début de télophase

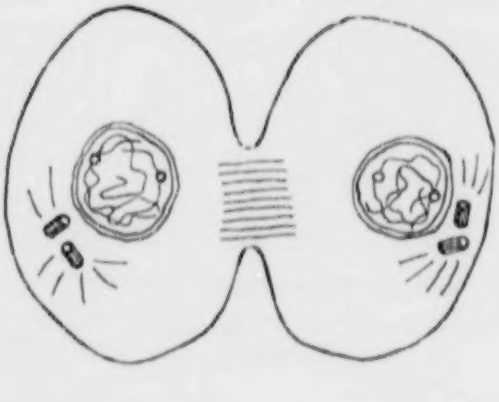


Schéma G : Fin de télophase

Figure 10 : Les phases de la mitose (suite et fin)

2) **METAPHASE**(schéma D)

- les centromères traînant leurs chromatides, s'alignent au centre de la cellule pour former ce que l'on appelle la plaque équatoriale
- le centromère de chaque chromosome dédoublé se divise en deux: les chromatides sont devenues des chromosomes. Ce dédoublement du centromère à la métaphase marque le passage à l'anaphase.

3) ANAPHASE (schéma E)

- les centromères glissent vers les pôles opposés du fuseau traînant chacun leur nouveau chromosome. Ceci s'effectue probablement par le raccourcissement des fibres qui relient les centromères aux pôles. Remarque importante: les deux chromosomes qui s'éloignent l'un de l'autre sont identiques parce qu'ils résultent du dédoublement de l'ADN d'un seul et même filament de chromatine à l'interphase.

4) TELOPHASE (schémas F et G)

- les chromosomes, arrivés à chaque pôle, redeviennent de minces filaments car chacun se déspiralise
- la membrane nucléaire et les nucléoles réapparaissent
- le cytoplasme se divise en deux (cytocinèse) par:

  étranglement dans les cellules animales
  formation d'une plaque de cellulose dans les cellules végétales

RESULTAT DE LA MITOSE

- Production de deux cellules-filles contenant exactement le même nombre de chromosomes que la cellule-mère (division équationnelle).
- Les chromosomes d'une cellule sont identiques à ceux de l'autre cellule car la division s'est produite entre 2 chromatides résultant de la duplication d'un même chromosome. Ceci se produit pour chacun des 46 chromosomes. Dans l'exemple que nous avons utilisé, les deux cellules-filles contiennent donc chacune 2 chromosomes.
- Chaque cellule reçoit ainsi un nombre égal de chromosomes identiques. C'est ce qui nécessite toutes ces étapes car un simple étranglement, au hasard, du noyau ne pourrait résulter en une répartition aussi précise des chromosomes.

EXERCICE

Sur la table de démonstration, on a installé un carton sur lequel sont montées quelques micrographies.

Identifie la phase de la mitose représentée par chaque illustration.

1- . . . .

2- . . . .

3- . . . .

4- . . . .

5- . . . .

6- . . . .

7- . . . .

Identifie la structure mitotique indiquée par les numéros suivants:

8- . . . .

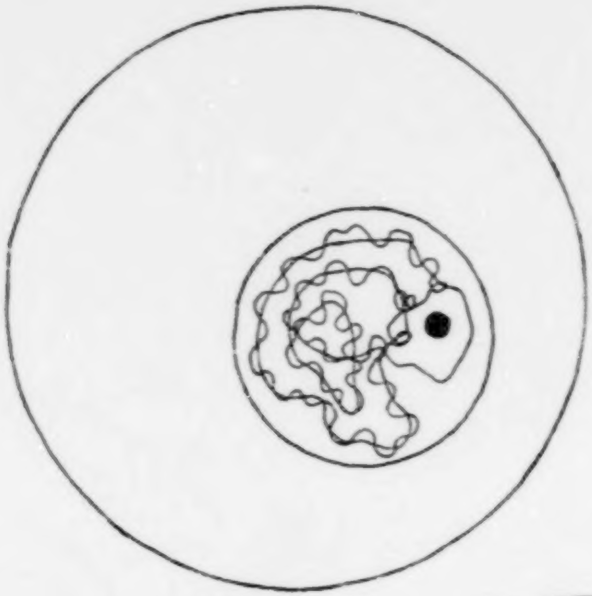
9- . . . .

10- . . . .

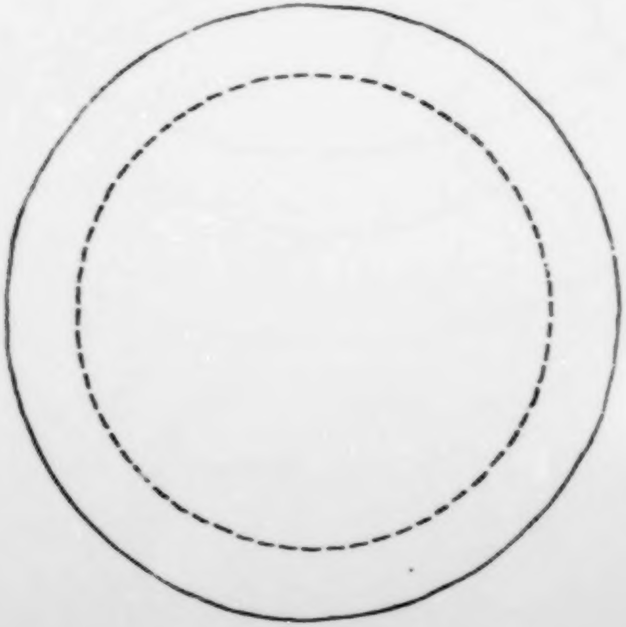
11- . . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

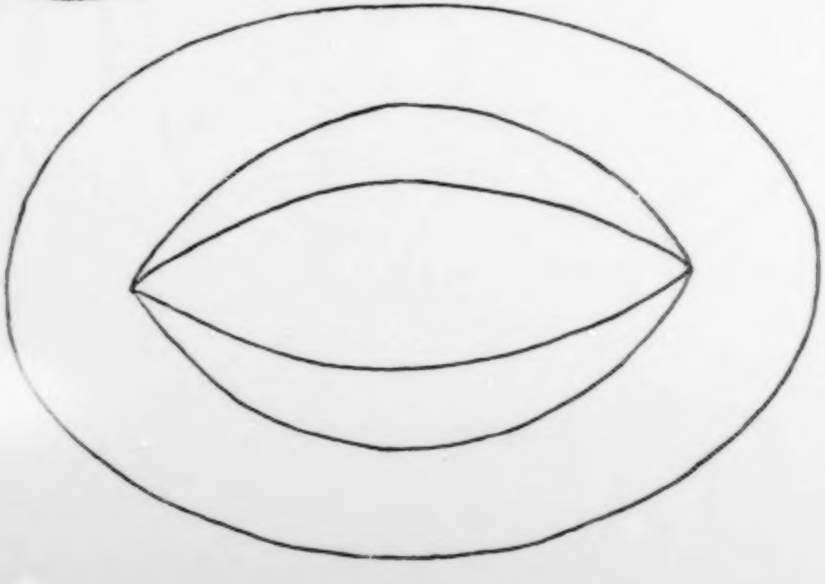
Les phases de la mitose



INTERPHASE

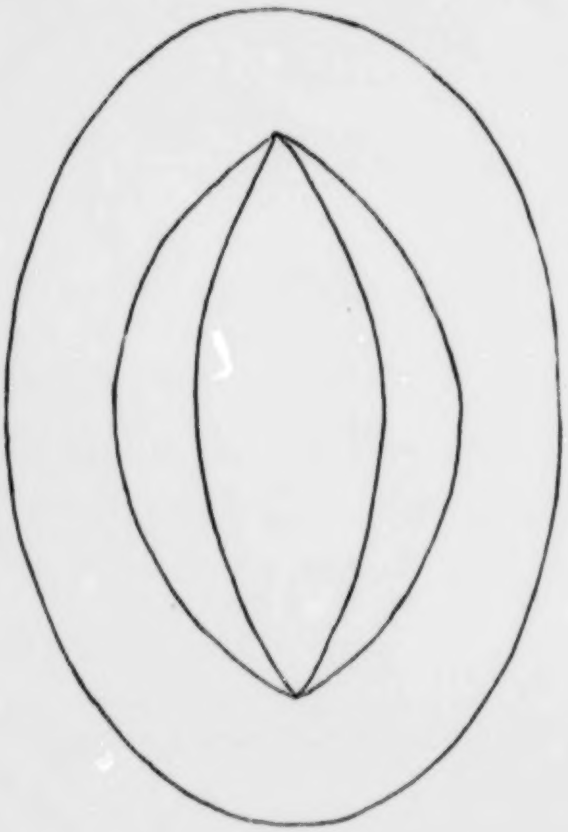


1 PROPHASE

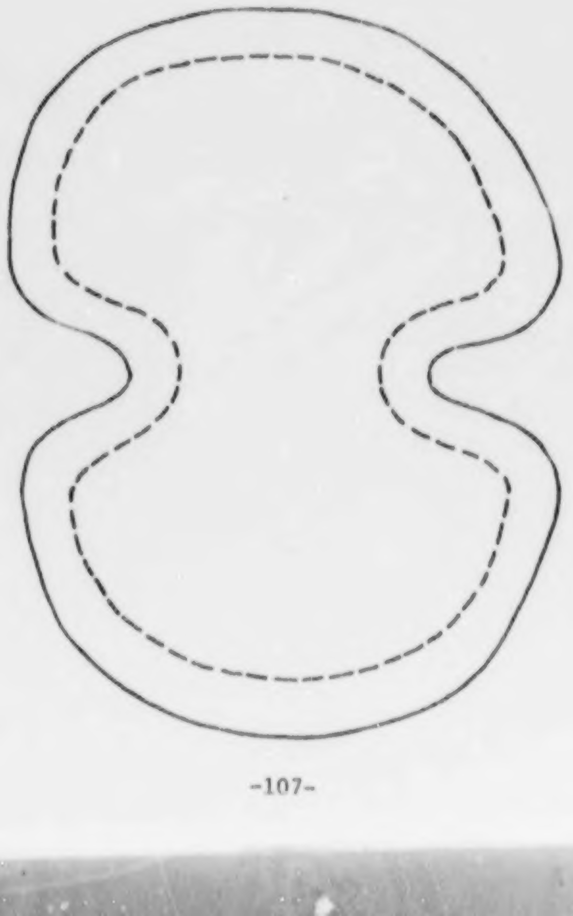


2 METAPHASE

Les phases de la mitose



3 ANAPHASE



4 TELOPHASE

Mini-cours 5

LA MEIOSE ET LES GENES

Mini-cours 5

LA MEIOSE ET LES GENES

Objectifs de comportement

A la fin de ce mini-cours tu dois être capable de:

1) Rappeler les diverses phases de la mitose;
2) Prouver que la méiose est nécessaire;
3) Différencier tétrade, chromatide, chromosome;
4) Commenter l'affirmation suivante: "Deux chromosomes homologues sont semblables mais non identiques".
5) Dire comment la mitose et la méiose diffèrent quant au nombre de cellules produites et à la distribution des chromosomes qu'elles contiennent;
6) Décrire toutes les étapes de la méiose;
7) Comparer la métaphase I de la méiose à la métaphase de la mitose;
8) Expliquer par quel mécanisme la division I de la méiose réduit le nombre de chromosomes;
9) Dresser le bilan global de la méiose;
10) Dessiner toutes les orientations possibles des chromosomes à la métaphase I d'une méiose impliquant une cellule germinale à 3 paires de chromosomes;
11) Dresser la liste de tous les types de gamètes possibles d'un individu à génotype connu;
12) Solutionner des problèmes de génétique impliquant des croisements monohybrides et dihybrides;
13) Décrire le croisement d'épreuve et expliquer son utilisation;
14) Décrire l'absence de dominance et en dégager les conséquences;
15) Définir, dans tes propres termes, tous les mots nouveaux rencontrés dans ce mini-cours.

Mini-cours 5

INTRODUCTION

De génération en génération, les parents transmettent à leurs enfants leurs gènes, ces particules responsables de l'apparition des caractères héréditaires. Mais chacun, père ou mère, ne peut fournir que la moitié de sa propre information cellulaire, la fécondation assurant à leur rejeton un stock complet.

Spermatozoïdes et ovule diffèrent donc des autres cellules du corps en ce qui a trait à leur contenu chromosomique; aussi un processus de division particulier assure-t-il leur formation, c'est la méiose.

Les gènes contenus dans les cellules sexuelles sont transmis selon des lois que, le premier, Mendel a découvertes en dirigeant des croisements chez des races de petits pois. Ces lois simples peuvent être vérifiées en étudiant des croisements aussi bien chez les animaux que chez les végétaux.

Ce mini-cours détaille les phases de la méiose et illustre l'importance de la répartition des gènes au cours de ce processus. Par l'étude de croisements, mono et dihybrides, il rappelle les lois de la

transmission des gènes et illustre l'influence du génotype (le bagage génétique contenu dans les cellules) sur le phénotype (expression du gène chez l'individu).

L'habileté de l'étudiant à retrouver et appliquer les lois de la génétique peut être éprouvée par la recherche de la solution de problèmes de mono et de dihybridisme.

Partie 1

ETAPE 1 : RAPPEL DE LA MITOSE

Cette première étape est un rappel de l'étape 8 du mini-cours précédent, l'ACTIVITE NUCLEAIRE; les chromosomes sont représentés différemment et nous utilisons ici un exemple de cellule possédant 2 paires de chromosomes au lieu d'une seule. Ces deux paires de chromosomes sont représentés ainsi:

Figure 1 : Paires de chromosomes homologues

LES CHROMOSOMES HOMOLOGUES

Donc, une paire de chromosomes longs et une paire de chromosomes courts. Remarque qu'il y a, dans chacune des paires, un chromosome à fond clair et un autre à fond ombré; ceci est pour bien représenter que les deux chromosomes qui forment une paire ont la même forme, la même longueur, mais que leur contenu d'ADN est DIFFERENT. En effet, les deux chromosomes de chaque paire sont d'origine parentale différente: l'un provient de la mère, l'autre provient du père. C'est au moment de la fécondation de l'ovule par le spermatozoïde que le chromosome d'origine maternelle est réuni au chromosome d'origine paternelle pour former une paire, et ceci pour chacune des 23 paires de chromosomes existant dans une cellule humaine. Les deux chromosomes d'une paire sont donc semblables et non pas identiques; on les nomme des chromosomes HOMOLOGUES.

LES PHASES DE LA MITOSE

Les dessins qui suivent représentent les divers stades de la mitose; ce sont des dessins schématiques en ce sens qu'ils ne tiennent pas compte de la membrane nucléaire, de la spiralisation des chromosomes, des centrosomes, etc.... Tout ce qu'on représente c'est la membrane cellulaire, le fuseau achromatique et les chromosomes, ces derniers ne changeant pas de forme:

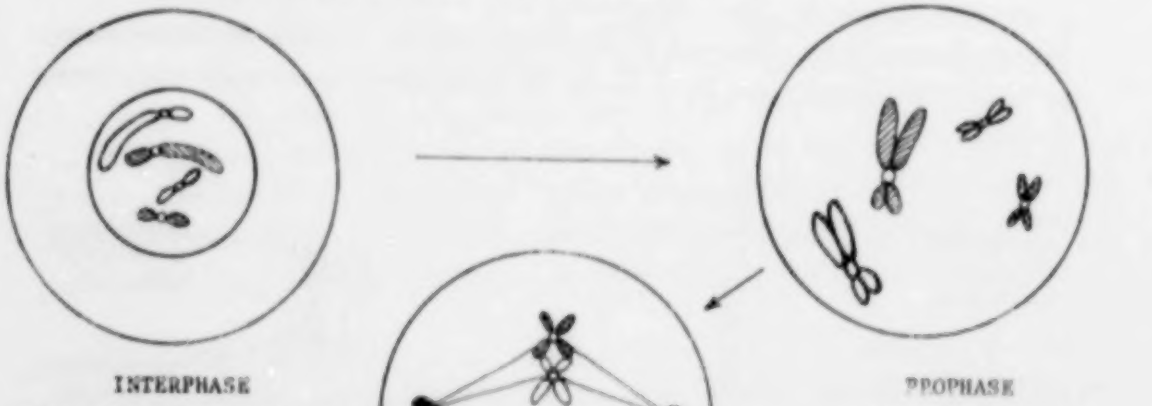


Figure 2: Résumé des phases de la mitose

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 2 : NECESSITE DE LA MEIOSE

Un être humain se développe entièrement à partir d'une cellule unique appelée zygote (produit de la rencontre du spermatozoïde avec l'ovule). Cette cellule contient 46 chromosomes.

DEVELOPPEMENT DU ZYGOTE. Cette cellule appelée zygote se divise en 2, en 4, en 8, en 16, etc.... jusqu'à ce que la croissance soit terminée (entre 17 et 20 ans). Ces divisions sont des mitoses, ce qui veut dire que toutes les cellules qui constituent les tissus, les organes, l'ensemble de l'organisme humain, ont chacune 46 chromosomes. Ces cellules sont dites SOMATIQUES, elles constituent le SOMA de l'individu. Les 46 chromosomes d'une cellule humaine peuvent être regroupées en 23 paires de chromosomes homologues.

PRODUCTION DES GAMETES. A partir de la puberté, certaines cellules des testicules de l'homme fabriquent les gamètes mâles ou spermatozoïdes et certaines cellules des ovaires de la femme fabriquent les gamètes femelles ou ovules. Cette lignée cellulaire qui, dans les organes sexuels, aboutit à la formation de gamètes constitue le GERMEN: c'est la partie de l'individu susceptible de le perpétuer dans une nouvelle génération. Le soma est mortel alors que le germen est potentiellement immortel. Les gamètes sont fabriqués à partir du soma, mais n'en font plus partie: s'il n'y a pas de fécondation, ils dégénèrent et meurent.

UNION DES GAMETES. Un spermatozoïde s'unit avec l'ovule; c'est la fertilisation qui fait suite à l'accouplement. Lorsque le spermatozoïde est à l'intérieur de l'ovule, cet ovule devient le zygote. Les mitoses recommencent et un nouvel organisme humain se développe.

Réponds aux questions suivantes:

1) Dans chacune des cellules somatiques du corps de la femme, le nombre de chromosomes présents est de . . . .

2) Dans les mêmes cellules somatiques pour l'homme, ce nombre est de . . . .

3) Dans les mêmes cellules somatiques de l'enfant, ce nombre est de . . . .

4) Les cellules de l'enfant proviennent du zygote par mitoses successives. Combien de chromosomes contenait ce zygote ? . . . .

5) Combien de chromosomes va contenir chacun des gamètes dont l'union donne ce zygote ?

   a) le spermatozoïde? . . . .

   b) l'ovule ? . . . .

6) Les spermatozoïdes et les ovules sont formés à partir de cellules dites germinales qui possèdent le même bagage chromosomique que les cellules somatiques. Combien ces cellules contiennent-elles de chromosomes ? . . . .

7) Ces cellules vont se diviser pour donner des gamètes contenant chacun combien de chromosomes ? . . . .

8) Lorsque ces cellules se divisent pour former les gamètes,

   a) peuvent-elles le faire par mitose ? . . . .

   b) pourquoi . . . .

9) Doit-il y avoir un mécanisme de division autre que la mitose, employé pour la fabrication des gamètes ?

. . . .

Quel est son nom ? . . . .

10) Ce mode de division a lieu dans les organes sexuels de toutes les espèces qui produisent des gamètes; ce qui le caractérise, c'est la modification du nombre de chromosomes.

Ce nombre est-il réduit ou augmenté et par un facteur de combien ?

. . . .

La méiose est un mécanisme de division qui a donc comme principale caractéristique de . . . .
le nombre de chromosomes.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 3 : COMPARAISON ENTRE LA MITOSE ET LA MEIOSE

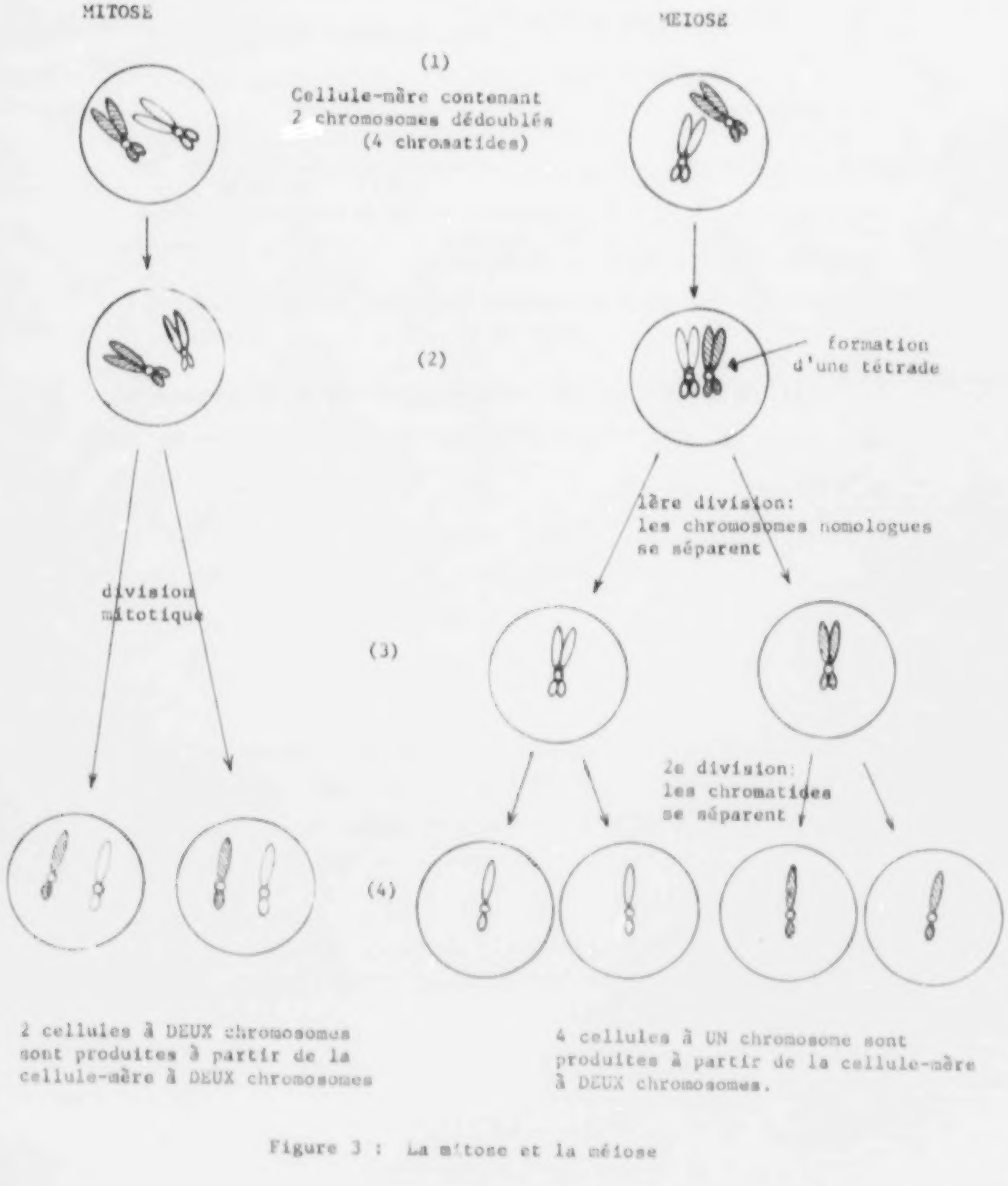


Figure 3 : La mitose et la méiose

Réponds aux questions suivantes:

1) Quel nombre de divisions cellulaires y a-t-il ?

dans la mitose ? . . . . dans la méiose ? . . . .

2) Quel est le nombre de cellules produites

dans la mitose ? . . . . dans la méiose ? . . . .

3) Quel est le nombre de chromosomes dans chaque cellule résultante à la fin

de la mitose ? . . . . . de la méiose ? . . . . . (d'après la figure 3)

4) Les mouvements de chromosomes se font-ils de la même façon dans la mitose et dans la première division méiotique ? Expliquer.

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

La mitose assure la multiplication cellulaire; les cellules-filles qui sont produites sont identiques à la cellule-mère: elles en héritent les mêmes caractéristiques, y compris la capacité d'entrer en mitose à leur tour. Le nombre chromosomique est le même.

La méiose assure la production de gamètes; les cellules-filles ont la moitié du bagage chromosomique de la cellule-mère; de plus, elles sont maintenant incapables de se diviser, leur unique destin étant celui de la reproduction.

ETAPE 4 : LES PHASES DE LA MEIOSE

La méiose comprend en fait deux divisions qui se suivent: la division I et la division II, chacune ayant ses propres phases qui sont - comme dans la mitose - la prophase, la métaphase, l'anaphase et la télophase. Comme il y a deux divisions, on se retrouve à la fin avec 4 cellules produites et non uniquement 2.

Lis attentivement la description de chacune des phases en comparant avec les dessins schématiques qui sont dans le Cahier de Documents et que tu retrouves aussi dans ton Cahier de Travail (pp. 16-17). Ces dessins représentent une cellule (contenant deux paires de chromosomes) en train de se diviser, par méiose, pour former quatre gamètes. Remarque que la cellule peut prendre deux voies différentes à partir de la métaphase I. Nous verrons pourquoi tantôt. Certaines cellules prendront la voie représentée dans le haut de la page, d'autres la voie représentée dans le bas de la page; comme ceci se fait au hasard, environ 50% des cellules prendront une voie et 50% prendront l'autre. Le nombre de voies possibles dépend du nombre de paires de chromosomes de la cellule initiale. Nous verrons aussi pourquoi tantôt.

Voici donc les phases de la méiose:

PROPHASE I :

Les chromosomes homologues (c'est-à-dire les 2 chromosomes d'une même paire) s'approchent l'un de l'autre et s'accollent sur toute leur longueur. Une fois cet accollement réalisé, les chromosomes homologues apparaissent dédoublés chacun en 2 chromatides rattachées à un seul centromère: ce dédoublement résulte évidemment d'une duplication de l'ADN de chaque chromosome homologue, duplication qui a pu se faire bien antérieurement; on obtient ainsi une tétrade. Tous les autres changements concernant la formation du fuseau achromatique, la disparition de la membrane nucléaire et des nucléoles, etc...., se produisent comme pour la prophase de la mitose.

METAPHASE I :

Les tétrades viennent se placer à l'équateur de la cellule pour former la plaque équatoriale. Remarque la différence entre la métaphase de la mitose à la figure 2 et la métaphase de la méiose à la figure 6. Dans la mitose, ce sont les chromosomes dédoublés (2 chromatides) qui s'alignent pour former la plaque équatoriale, alors que dans la méiose, ce sont les tétrades (4 chromatides).

C'est à ce moment que l'on voit comment la cellule peut prendre deux voies différentes. Voici l'orientation des chromosomes de la plaque équatoriale dans chacune des voies possibles:

Remarque, dans cette première orientation possible, que les chromosomes hachurés sont situés du même côté (orientés vers le même pôle)

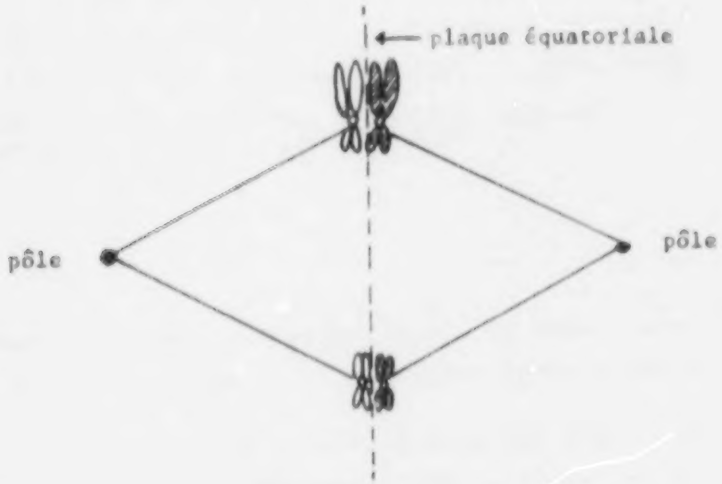


Figure 4: Voie 1 : plaque équatoriale possible

Dans cette deuxième orientation, les chromosomes hachurés sont distribués des deux côtés (orientés vers deux pôles différents).

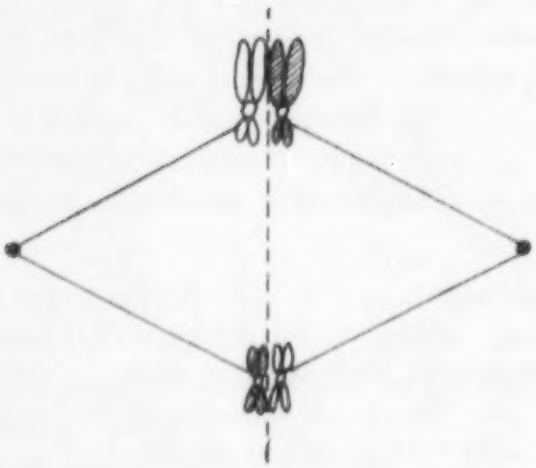


Figure 5: Voie 2 : autre plaque équatoriale possible

On voit donc que l'orientation d'une tétrade par rapport aux pôles du fuseau achromatique est indépendante de l'orientation de l'autre tétrade par rapport aux mêmes pôles.

Les deux voies étant aussi probables l'une que l'autre (ce n'est que le hasard qui joue ici) la probabilité de chaque voie est de 50%. Il y a donc deux voies si on considère 2 paires de chromosomes.

ANAPHASE I :

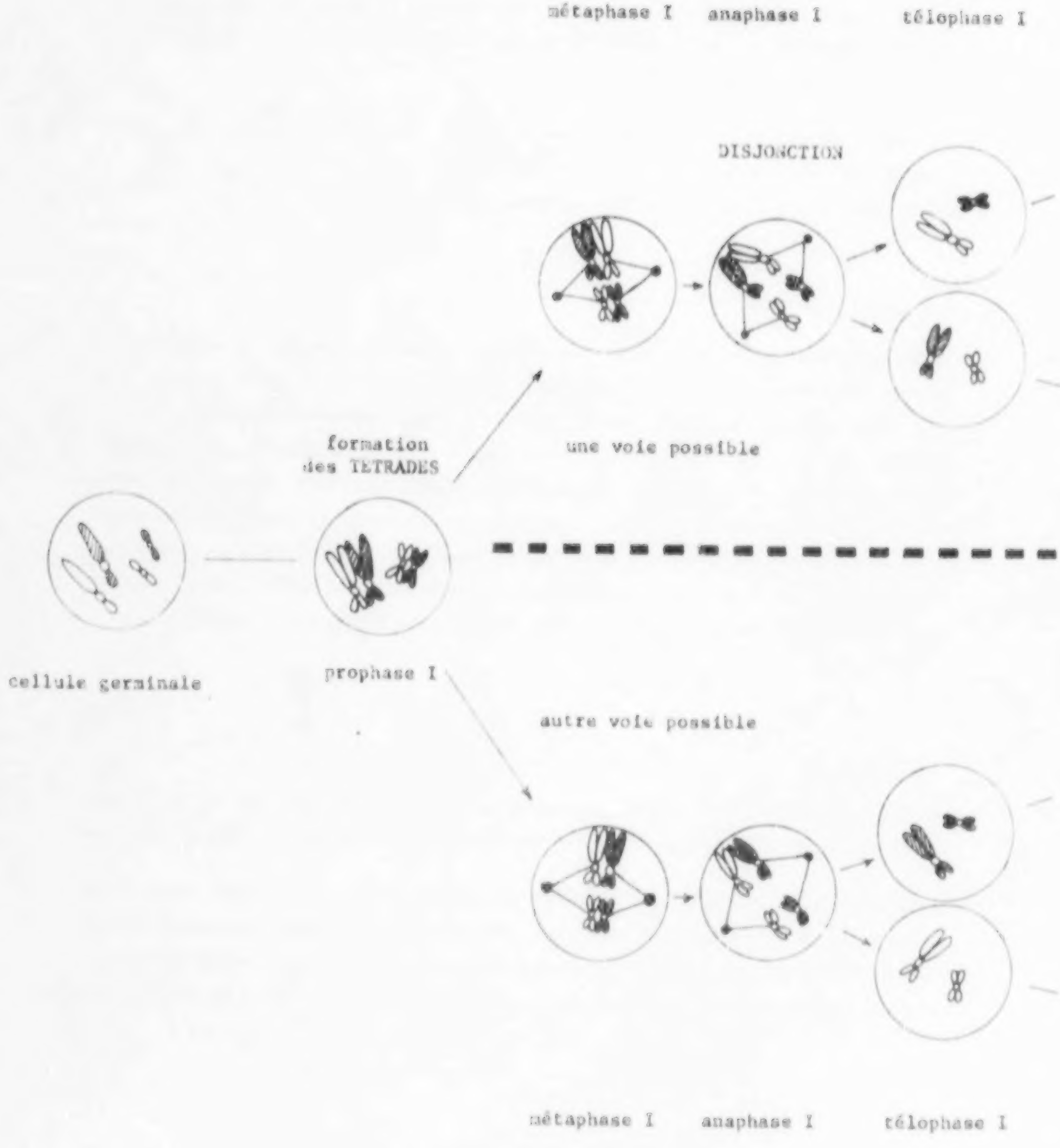
Migration des chromosomes vers les pôles. Remarque encore une différence d'avec la mitose: ici les centromères ne se divisent pas; ce ne sont donc pas deux chromatides identiques (résultant du dédoublement d'un même chromosome) qui se séparent mais bien les deux chromosomes homologues, chacun étant dédoublé en deux chromatides encore réunis par leur centromère. Comme deux chromosomes homologues ne sont pas identiques (voir étape 1) les deux cellules qui résulteront de cette première division de la méiose ne seront pas identiques! Voilà une particularité importante de cette première division méiotique. Cette séparation des chromosomes homologues constitue la disjonction.

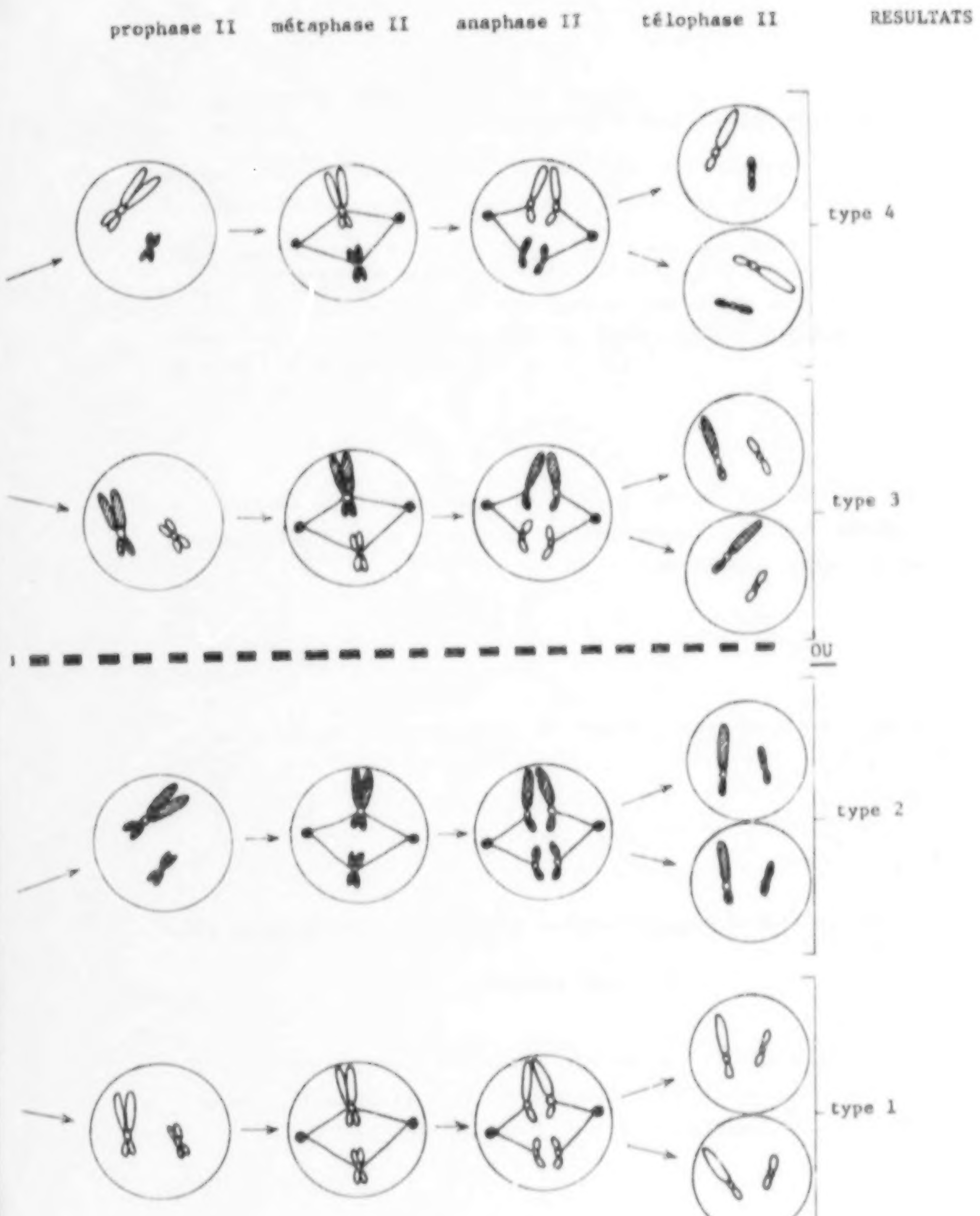
TELOPHASE I :

Aucune particularité: mêmes processus que dans la mitose. On aboutit avec deux cellules distinctes et non-identiques comme nous venons de le constater.

BILAN DE CETTE DIVISION I : chacune des deux cellules produites dans l'une ou l'autre voie ne contient plus que deux chromosomes même si chacun est dédoublé alors que la cellule germinale en contenait quatre. Cette division I a donc réduit de moitié le nombre de chromosomes; elle est dite réductionnelle.

Figure 6: Les phases de la méiose




prophase II
métaphase II
anaphase II
télophase II
RESULTATS
type 4
type 3
OU
type 2
type 1
prophase II
métaphase II
anaphase II
télophase II

La deuxième division de la méiose débute aussitôt

PROPHASE II :

Seule particularité: il n'y a pas de dédoublement des chromosomes en chromatides comme à la mitose car ce sont des chromosomes déjà dédoublés en chromatides qui sont présents dans chaque cellule.

METAPHASE II :

L'alignement des chromosomes pour former la plaque équatoriale se fait comme à la mitose (chaque chromosome dédoublé en deux chromatides s'aligne pour former la plaque équatoriale).

ANAPHASE II :

Les chromatides identiques se séparent comme à la mitose après scission du centromère.

TELOPHASE II :

Pour chacune des voies possibles, 4 gamètes sont formés à partir de la cellule germinale.

BILAN DE CETTE DIVISION II : chacune des 4 cellules produites contient 2 chromosomes comme les deux cellules du début de cette division II; cette division est donc équationnelle.

BILAN DE TOUTE LA MEIOSE (divisions I et II)

- chacune des 4 cellules produites (dans une voie ou dans l'autre) contient la moitié du nombre de chromosomes de la cellule germinale.
- dans chacune des 2 voies possibles il y a eu production de deux types différents de cellules.
- selon la voie utilisée, les quatre cellules résultantes d'une méiose sont de type 1 et 2 ou de type 3 et 4.

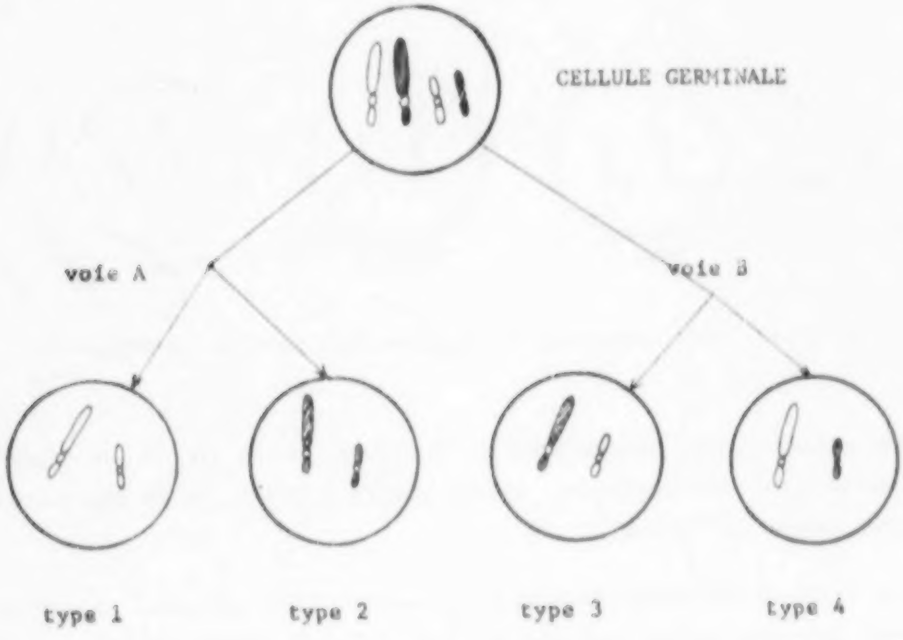


Figure 7: Bilan de la méiose.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 5 : LES TYPES POSSIBLES DE GAMETES

Si on regarde, sur les dessins de la figure 6, la cellule germinale initiale et les 4 types de gamètes qu'elle peut produire à la fin, on remarque ceci:

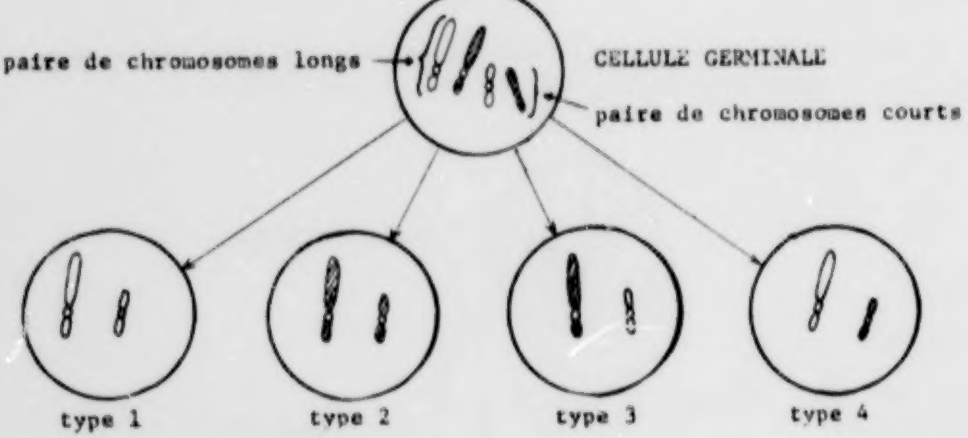


Figure 8: Types possibles de gamètes résultant de la méiose

Il y a une relation bien évidente entre la cellule germinale et les 4 types de gamètes qu'elle peut produire: chaque gamète contient un chromosome de chacune des paires et un seul.

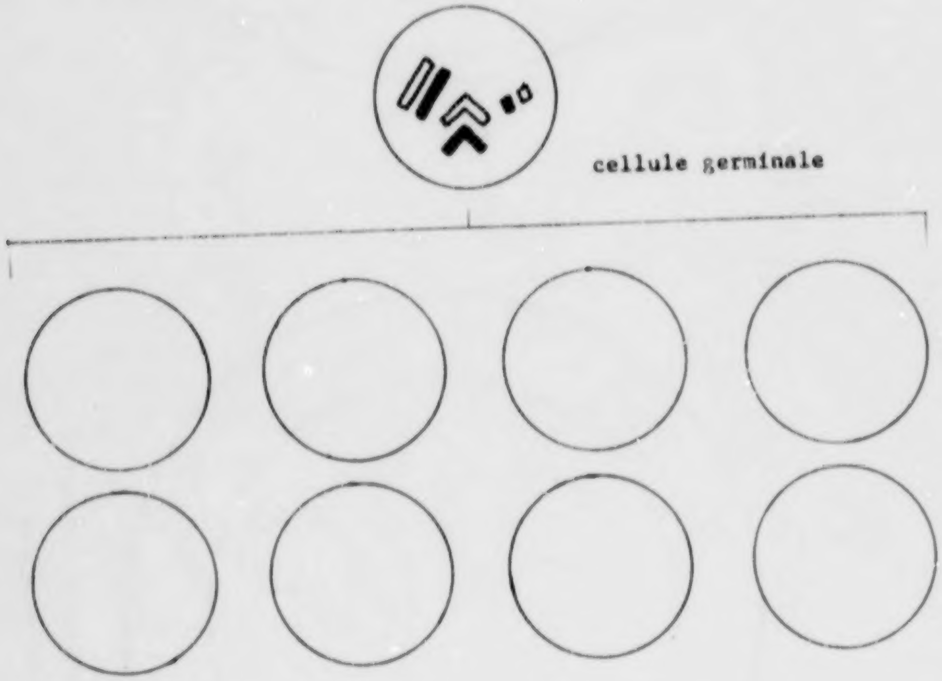
Donc, pour trouver les types possibles de gamètes d'un individu, il suffit de se rappeler que leur nombre est égal à 2^n où "n" = le nombre de paires différentes de chromosomes considérées et ensuite de décrire le contenu chromosomique de ces types de gamètes en utilisant la loi générale soit:

chaque gamète doit contenir un chromosome de chacune des paires considérées et un seul

Problème:

A partir de la cellule germinale suivante contenant 3 paires de chromosomes, dessine les chromosomes qui seront contenus dans chacun des gamètes (2^3) qu'elle peut produire, en te rappelant que:

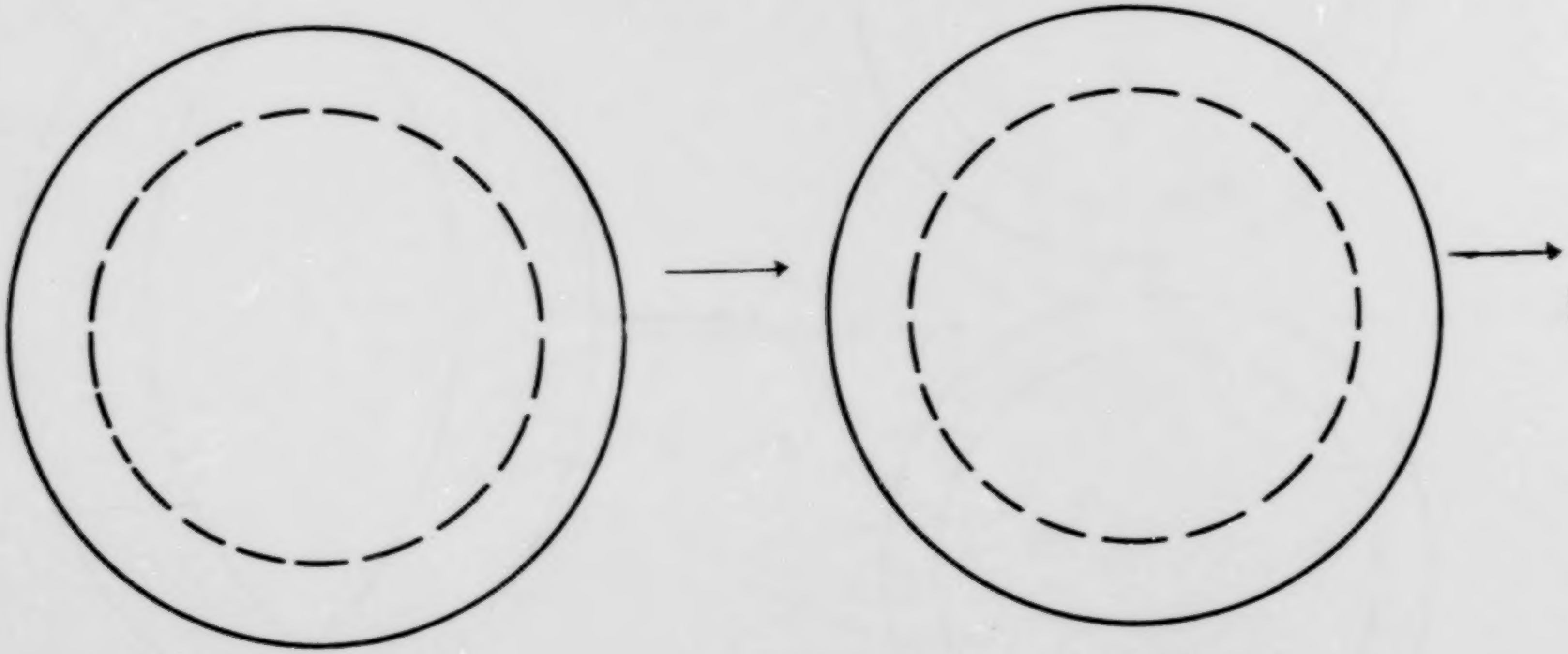
CHAQUE GAMETE DOIT CONTENIR UN CHROMOSOME
DE CHACUNE DES PAIRES CONSIDEREES ET UN SEUL



RETOURNE A L'ECOUTE.

MEIOSE

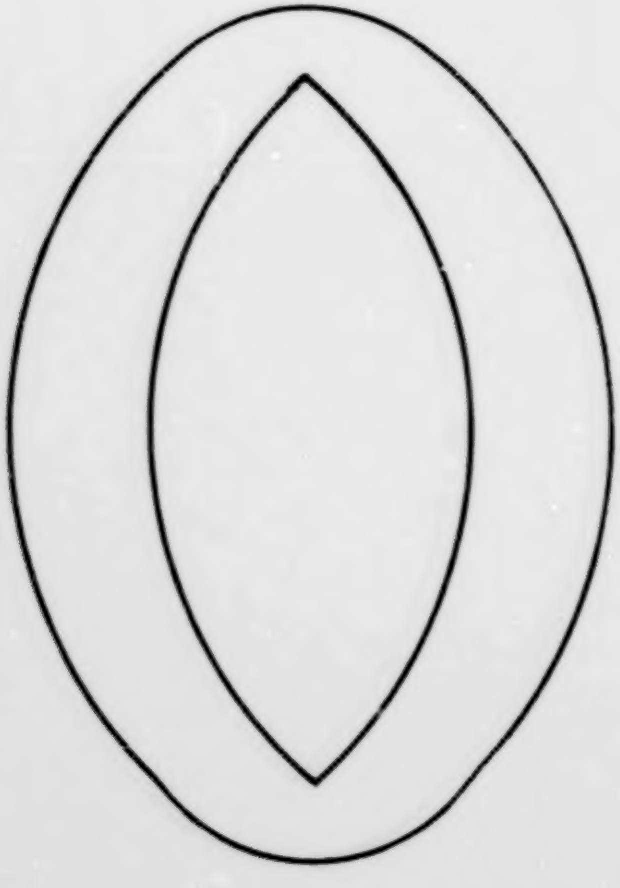
DIVISION I



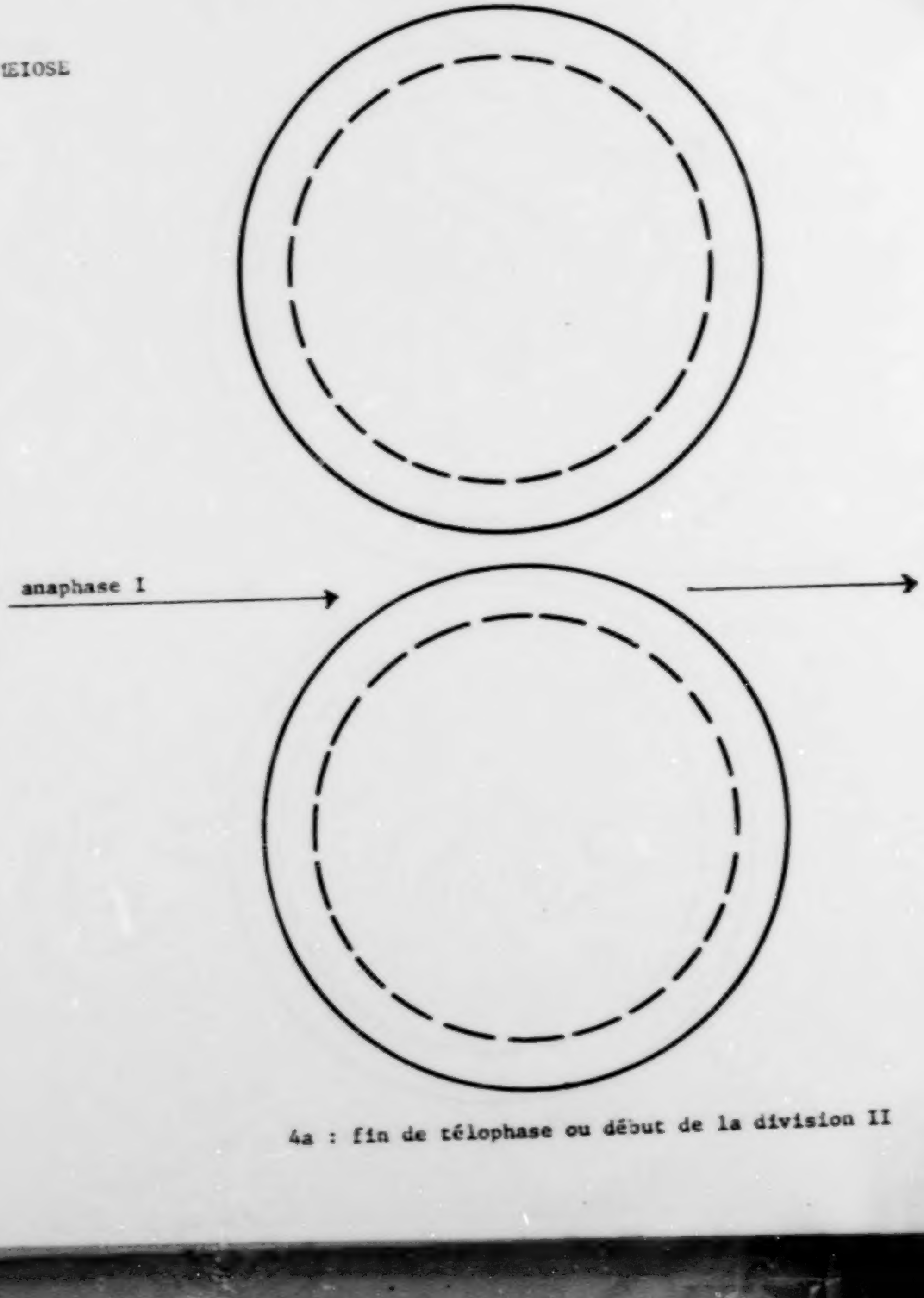
1 : prophase

2 : suite de prophase
(formation des tétrades)

MEIOSE

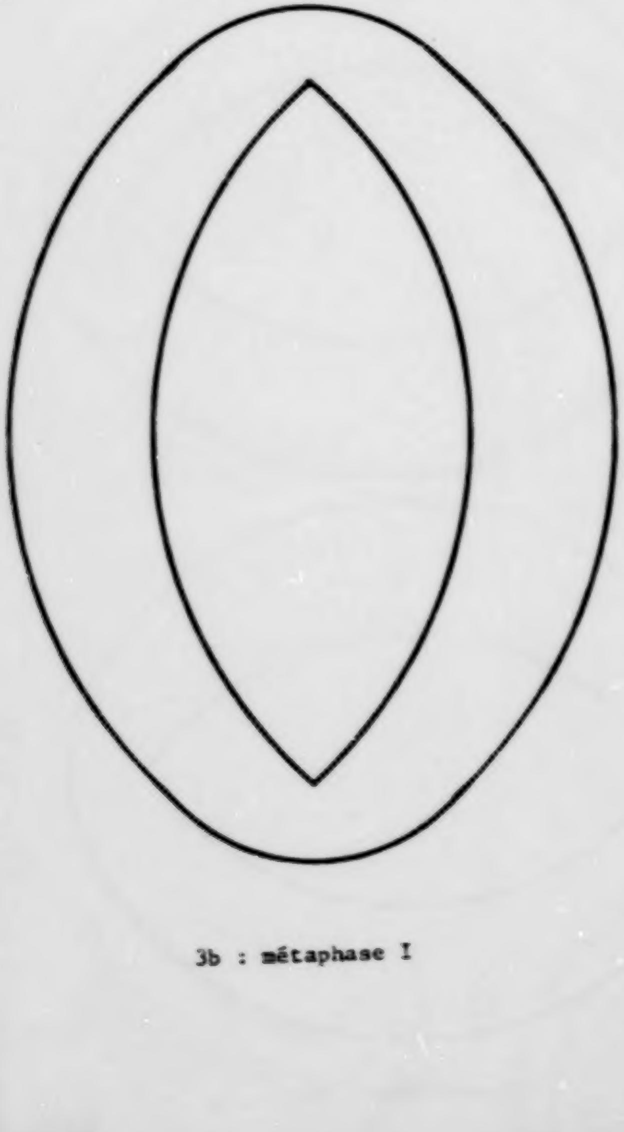


3a : métaphase I

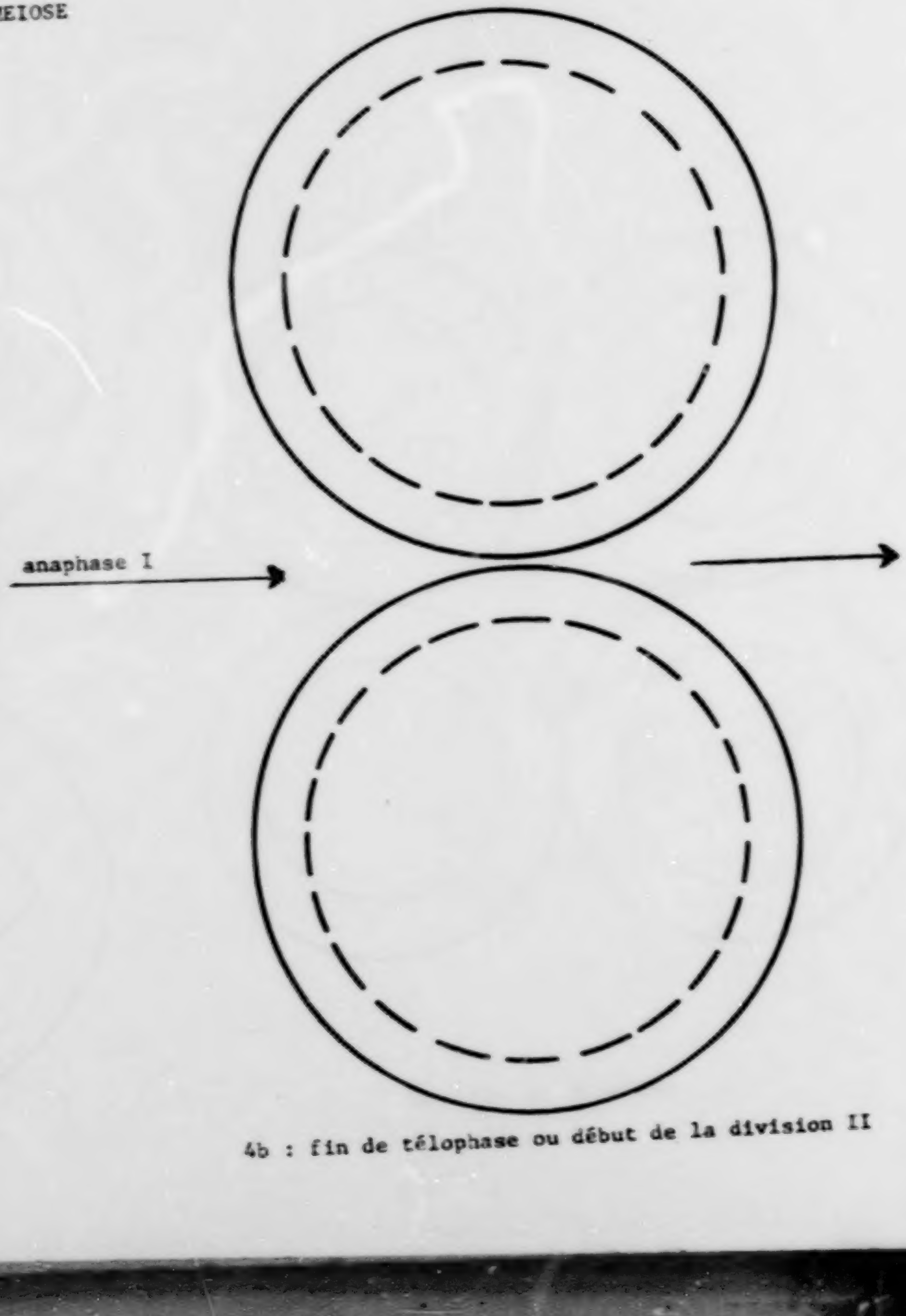


4a : fin de télophase ou début de la division II

MEIOSE



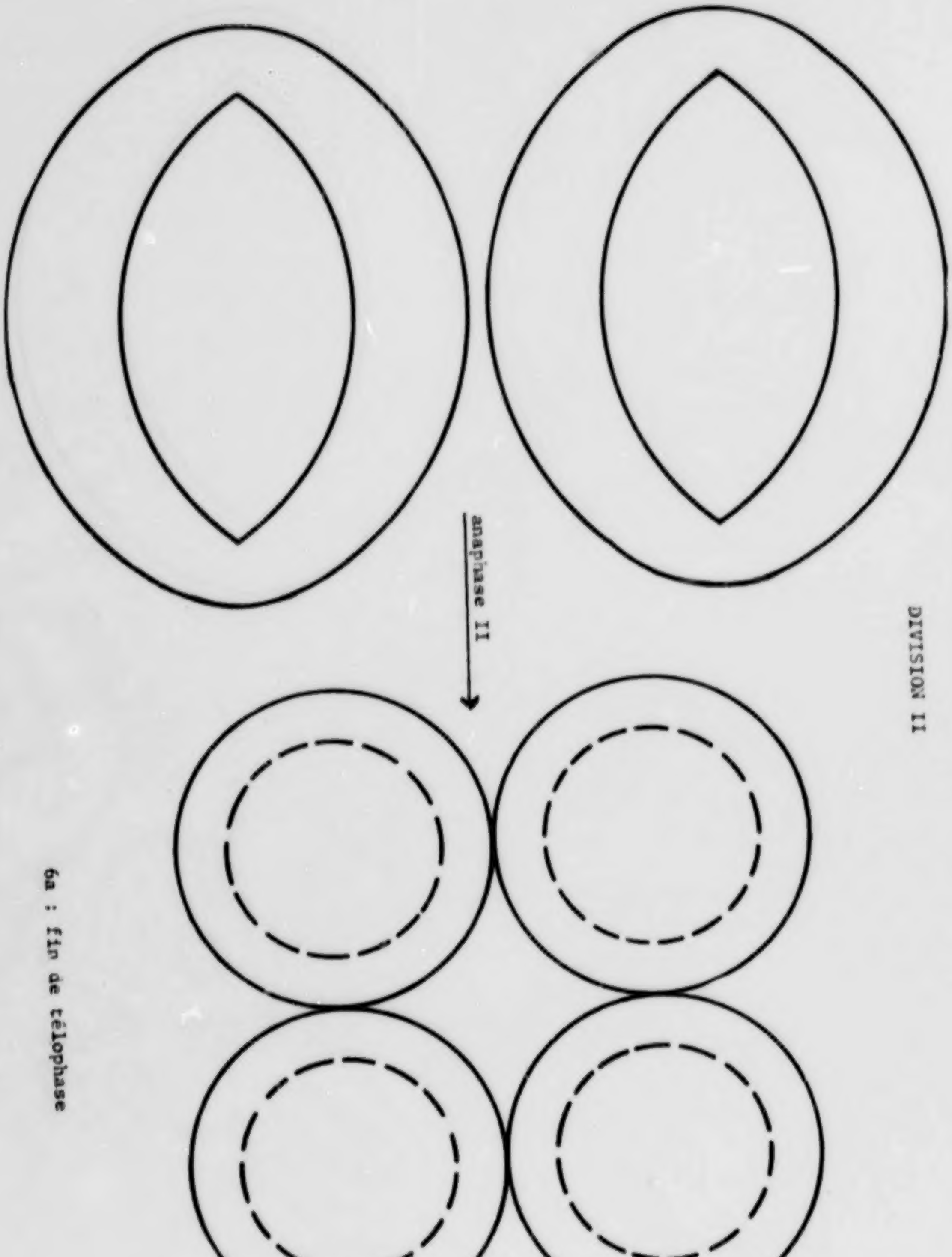
3b : métaphase I



4b : fin de télophase ou début de la division II

MEIOSE

DIVISION II

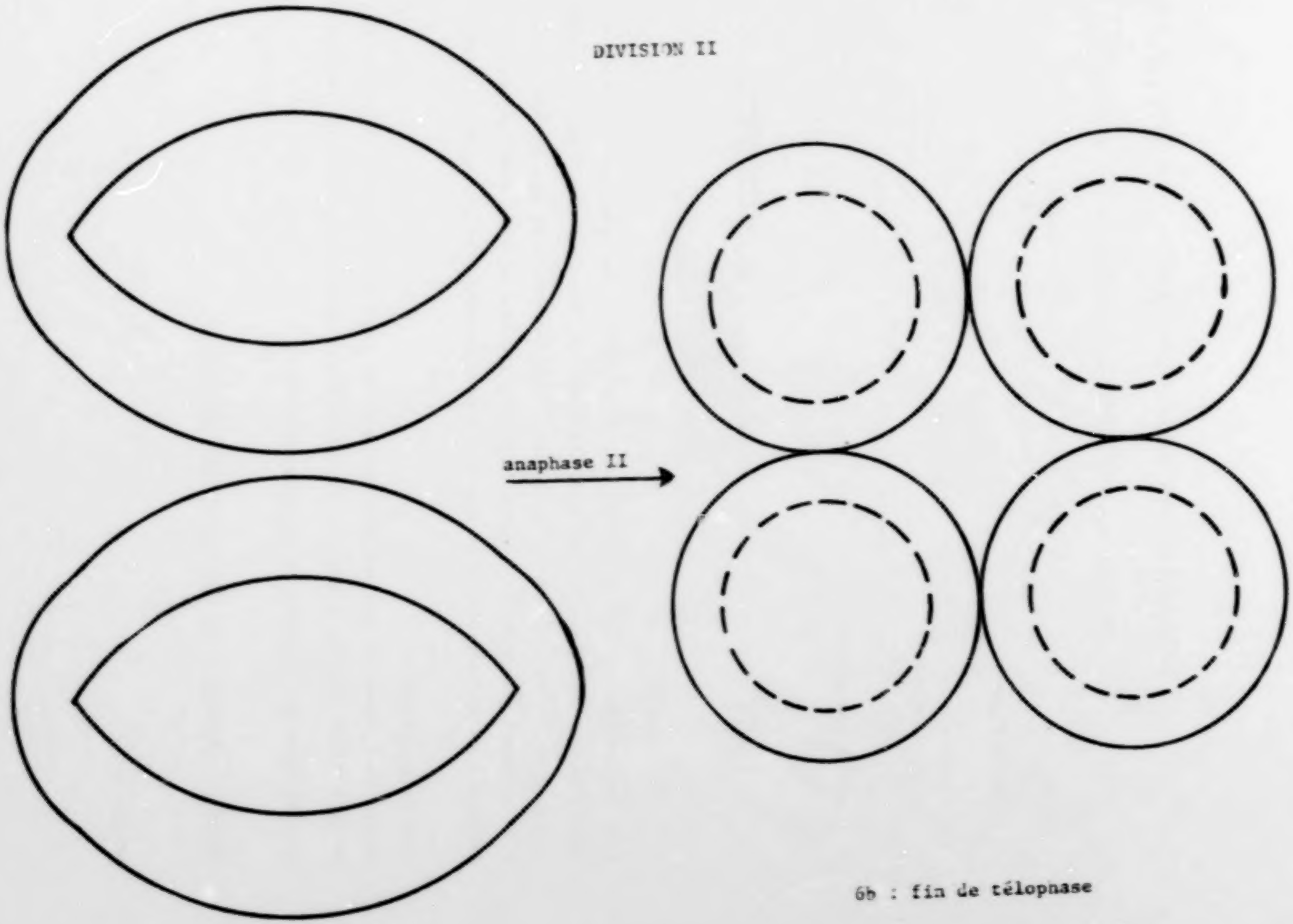


5a : métaphase II

6a : fin de télophase

MEIOSE

DIVISION II



5b : métaphase II

6b : fin de télophase

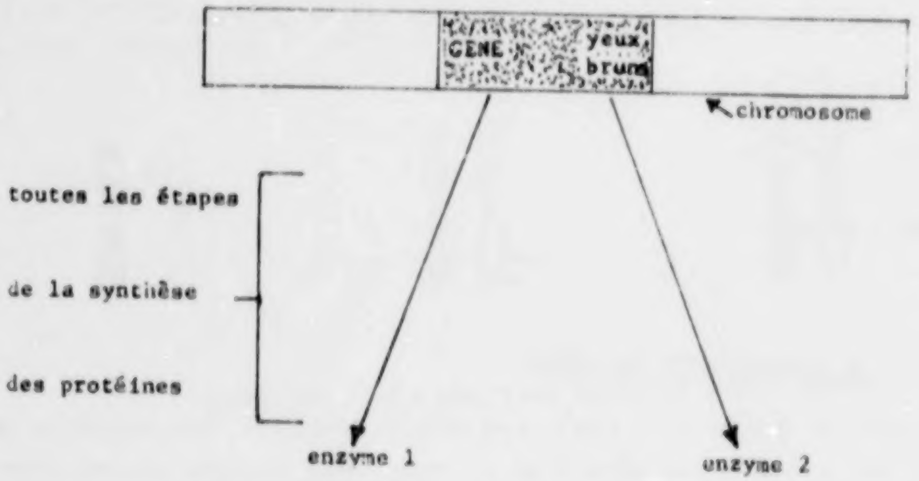
Partie 2

ETAPE 6 : LA NOTION DE GENE ET AUTRES NOTIONS

Un GENE peut être défini de la façon suivante:

Un gène = une portion d'ADN, sur un chromosome, portant le code pour la fabrication de l'ensemble des enzymes nécessaires à la mise en place d'un caractère héréditaire.

Exemple: La couleur des yeux est due à la présence plus ou moins abondante d'un pigment, la mélanine. Cette mélanine est produite en deux étapes à partir d'un autre produit, la tyrosine. Chacune des deux étapes doit être contrôlée par une enzyme. Le gène "yeux bruns" est formé de l'ADN nécessaire à la fabrication de ces 2 enzymes qui catalyseront la réaction suivante:



TYROSINE ⟶ DIHYDROXYPHENYLALANINE ⟶ MELANINE

Un gène (avec ses variantes) contrôle un caractère héréditaire

Autres définitions utiles

CARACTERE HEREDITAIRE: Caractéristique structurale ou fonctionnelle transmissible des parents aux enfants.

Exemple:

caractères structuraux: la couleur des yeux; la forme de l'oreille, la couleur des cheveux, etc...

caractères fonctionnels: capacité de production d'hémoglobine normale, capacité de rouler la langue en forme de gouttière, les groupes sanguins, etc...

ALLELES: Un gène est l'allèle d'un autre gène lorsqu'il détermine avec lui un même caractère. Ainsi, pour le caractère couleur des yeux, on peut considérer (en simplifiant) qu'il existe deux allèles possibles, donc deux gènes possibles: l'un amène les yeux bruns, (nommons-le B) et l'autre amène les yeux bleus (nommons-le b). Ces deux gènes allèles, B et b, contrôlent donc le même caractère, soit la couleur des yeux, mais ont des effets différents.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 7 : LA TRANSMISSION DES GENES

Nous venons de voir qu'il y avait deux allèles possibles pour contrôler la couleur des yeux soit les gènes B et b. Nous avons vu aussi que ces gènes correspondent à une certaine portion d'ADN sur un chromosome donné. Cette portion d'ADN est située à un certain endroit le long du chromosome, cet endroit se nomme le LIEU CHROMOSOMIQUE pour ce caractère de la couleur des yeux.

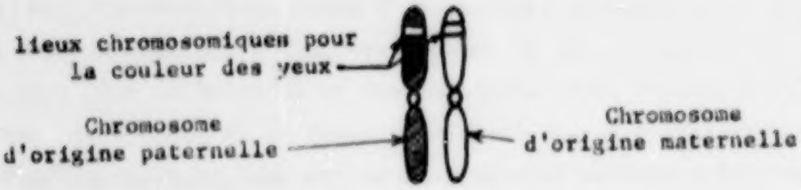


Figure 9: Lieux chromosomiques et paire d'homologues

Remarque que chaque chromosome de la paire d'homologues en question ici possède son lieu, toujours le même, où sera situé un des gènes allèles soit B, soit b. Un individu possède donc deux allèles pour ce caractère de la couleur des yeux, chaque allèle étant situé sur un des chromosomes de la paire. Un individu, recevant un allèle de chacun de ses parents, peut donc contenir une des trois combinaisons d'allèles suivantes:

Figure 10: Les 3 génotypes possibles avec 2 gènes

Le contenu en gènes d'un individu se nomme son GENOTYPE. Il y a donc ici trois génotypes possibles: BB, Bb et bb.

Si un individu possède deux allèles identiques pour un caractère, on dit qu'il est HOMOZYGOTE pour ce caractère.
Si un individu possède deux allèles différents pour un caractère, on dit qu'il est HETEROZYGOTE pour ce caractère.

Quels génotypes dans les 3 qui précèdent correspondant à cette notion

d'homozygote ? . . . .

d'hétérozygote ? . . . .

Supposons que notre individu est un homme et que son génotype est Bb. Quels types de gamètes, c'est-à-dire quels types de spermatozoïdes fabriquera-t-il pour ce qui est de ce caractère? Si on se rappelle l'étape 5, nous dirons que le nombre de types de spermatozoïdes sera de 2.

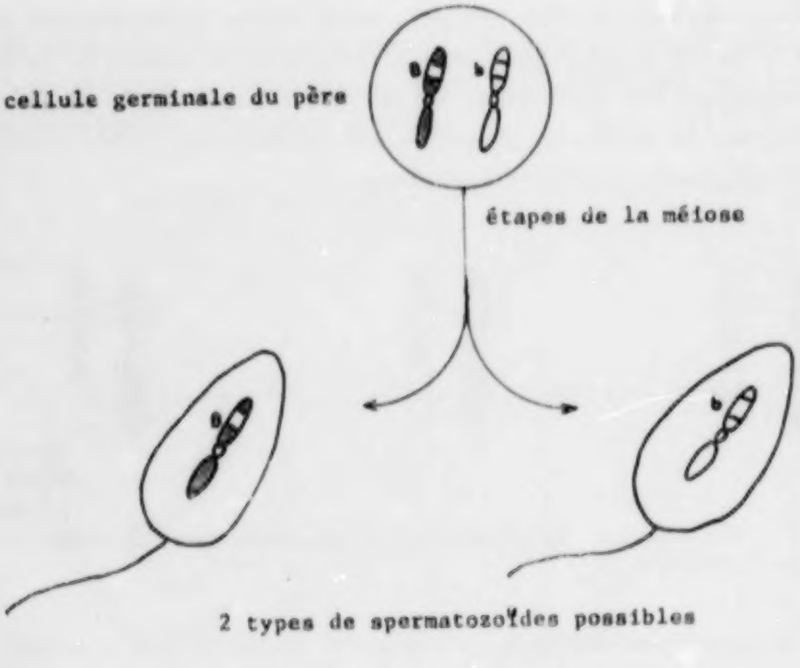


Figure 11: Les 2 types de gamètes possibles d'un individu de génotype Bb

Cet homme épouse une femme ayant le même génotype soit Bb; cette femme produira donc les deux mêmes types d'ovules, soit un ovule avec le gène B et un ovule avec le gène b. Chaque ovule comme chaque spermatozoïde ne contient qu'un seul gène parce qu'il ne contient qu'un seul chromosome de la paire considérée. Si l'homme et la femme fabriquent chacun deux sortes de gamètes pour ce caractère de la couleur des yeux, combien d'enfants différents ce couple peut-il avoir pour ce qui est de ce caractère ?

Pour trouver la réponse, il faut d'abord examiner toutes les combinaisons spermatozoïde-ovule possibles à l'aide de l'ECHIQUIER DE PUNNETT. On étale sur un côté de cet échiquier les types de gamètes mâles et de l'autre côté les types de gamètes femelles.

Une fois ceci fait, on n'a qu'à remplir les carreaux de l'échiquier et en y inscrivant les génotypes possibles des enfants en combinant les gamètes mâle et femelle correspondant à chaque carreau.

Echiquier de Punnett.

♂ mâle

♀ femelle

♀ \ ♂	B	b
B	BB	Bb
b	Bb	bb

gamètes mâles: B ou b

gamètes femelles: B ou b.

zygotes: BB, Bb ou bb.

Reprenons notre question de tantôt: combien ce couple peut-il avoir d'enfants différents pour la couleur des yeux ? Pour y répondre, analysons l'échiquier:

GENOTYPES POSSIBLES:

BB avec une probabilité de 1 sur 4
Bb avec une probabilité de 1 sur 4 deux fois, donc de 1 sur 2
bb avec une probabilité de 1 sur 4

le rapport entre ces 3 génotypes est donc:

1/4 BB pour 1/2 Bb pour 1/4 bb

ce qu'on exprime comme ceci:

1BB: 2Bb: 1bb

Est-ce à dire qu'il y aura 3 sortes d'enfants, 3 couleurs d'yeux possibles? **NON**, car ici comme dans la majorité des caractères que tu étudieras, un des deux gènes domine l'autre. Dans le cas présent, c'est le gène B qui domine le gène b.

Lorsque le gène B est présent chez un enfant, c'est toujours lui qui agit, c'est-à-dire que l'enfant a les yeux bruns. Le seul cas où l'enfant a les yeux bleus, c'est lorsque le gène B est absent, donc quand le génotype de l'enfant est bb. Cette apparence extérieure de l'enfant, c'est-à-dire "yeux bruns" ou "yeux bleus", se nomme le PHENOTYPE. C'est la seule chose que nous pouvons observer car le génotype, c'est-à-dire les gènes que possède l'enfant, ne sont évidemment pas visibles.

Donc B est DOMINANT sur b; on dit aussi que b est RECESSIF par rapport à B.

Dans notre croisement, quels sont les phénotypes possibles et dans quelle proportion les trouve-t-on ?

PHENOTYPES POSSIBLES:

Yeux bruns

les enfants BB (1/4) et les enfants Bb (1/2) auront ce phénotype:

$1/4 + 1/2 = 3/4$

Yeux bleus

seuls les enfants bb (1/4) auront ce phénotype.

DONC, dans le croisement considéré

la probabilité d'avoir un enfant aux yeux bruns = 3 sur 4

la probabilité d'avoir un enfant aux yeux bleus = 1 sur 4

DONC,

rapport phénotypique: 3 "yeux bruns": 1 "yeux bleus"

RESUME GLOBAL DU CROISEMENT

rapport génotypique = 1BB: 2Bb: 1bb

rapport phénotypique = 3 "yeux bruns" : 1 "yeux bleus"

La présentation classique d'un tel croisement utilise les symboles suivants:

P : La génération parentale, c'est-à-dire les parents
G : Les types de gamètes produits par chaque parent
F_1: La génération filiale première, c'est-à-dire les enfants possibles
♂: symbole de l'homme
♀ : symbole de la femme
X : accouplement

Le même croisement dans cette présentation classique (que nous utiliserons à l'avenir) aurait donc cette allure-ci:

P : ♂Bb X ♀Bb

G : B et b B et b

F_1:

♀ \ ♂	B	b
B	BB	Bb
b	Bb	bb

rapport génotypique: 1BB: 2Bb: 1bb

rapport phénotypique: 3 yeux bruns: 1 yeux bleus

RETOURNE A L'ECOUTE.

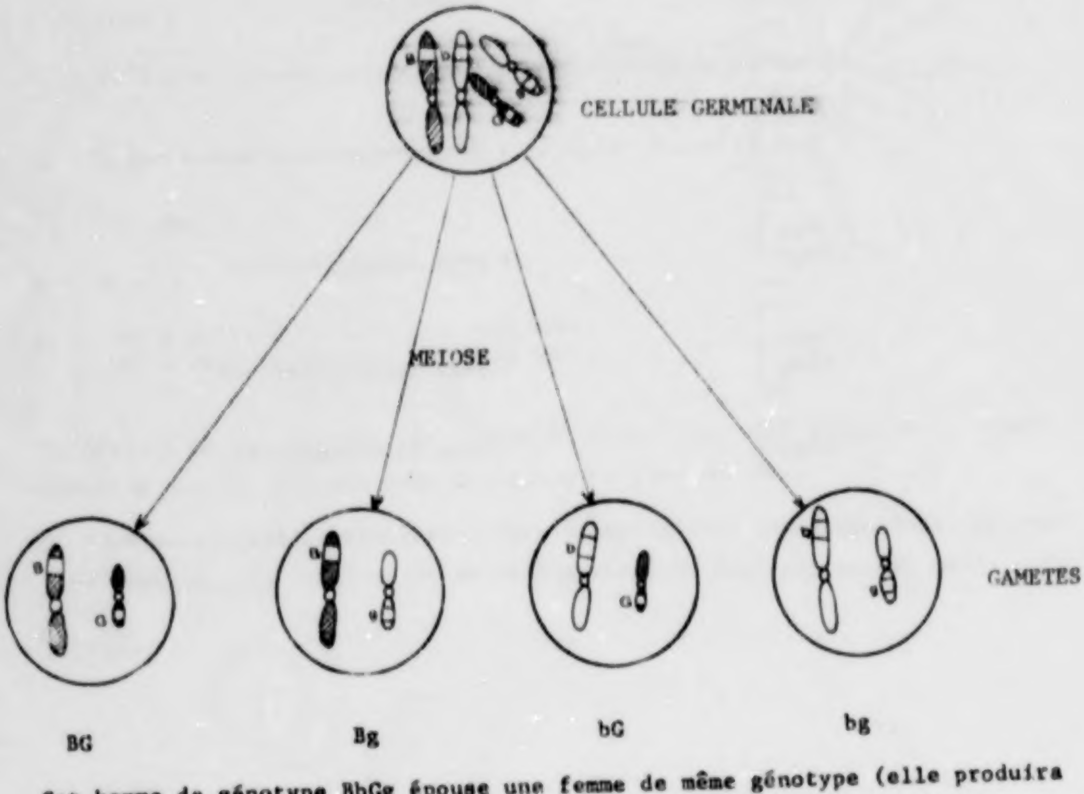
ETAPE 8 : LE CROISEMENT DIHYBRIDE

Considérons donc les deux caractères suivants:

la couleur des yeux: les gènes sont encore B et b

l'habileté de la main: les gènes sont ici G et g. Le gène G amène un individu à être droitier alors que le gène g amène un individu à être gaucher. G est dominant, g est récessif.

En supposant que les deux caractères sont situés sur des paires de chromosomes différents, examinons les gamètes que produirait un homme HETEROZYGOTE pour ces deux caractères, donc un homme de génotype BbGg:



Cet homme de génotype BbGg épouse une femme de même génotype (elle produira les mêmes 4 sortes de gamètes); ce croisement DIHYBRIDE aura cette allure-ci:

P: ♂BbGg x ♀BbGg

G: BG,Bg,bG,bg BG,Bg,bG,bg

F_1:

♀ \ ♂	BG	Bg	bG	bg
BG	BBGG	BBGg	BbGG	BbGg
Bg	BBGg	BBgg	BbGg	Bbgg
bG	BbGG	BbGg	bbGG	bbGg
bg	BbGg	Bbgg	bbGg	bbgg

Les 16 zygotes possibles nous donnent 9 génotypes différents car certains génotypes se répètent sur l'échiquier. Les rapports génotypique et phénotypique deviennent donc:

GENOTYPES	PHENOTYPES
1 BBGG 2 BBGg 2 BbGG 4 BbGg	9 yeux bruns/droitiers
1 BBgg 2 Bbgg	3 yeux bruns/gauchers
1 bbGG 2 bbGg	3 yeux bleus/droitiers
1 bbgg	1 yeux bleus/gaucher

Dans un tel croisement, il y a donc 4 types d'enfants différents lorsque l'on tient compte des deux caractères à la fois.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 9 : LE CROISEMENT D'EPREUVE

Le croisement d'épreuve sert À déterminer le génotype exact d'un individu présentant le phénotype du caractère dominant. Pour y arriver, on croise cet individu (ou encore, chez l'homme, on attend qu'une telle union se produise) avec un autre individu homozygote RECESSIF.

Supposons un homme aux yeux bruns: son génotype peut être soit BB ou Bb. Supposons que cet homme épouse une femme aux yeux bleus; le génotype de cette femme est connu car il ne peut être autre que bb.

si l'homme est de génotype BB, le croisement donnera:

P : ♂BB X ♀bb

G : tous B tous b

F_1 : 100% des enfants seront Bb donc auront les yeux bruns.

si l'homme est de génotype Bb, le croisement donnera:

P : ♂Bb X ♀bb

G : B et b tous b

F_1 : 50% d'enfants Bb, donc aux yeux bruns
50% d'enfants bb, donc aux yeux bleus

Si donc, d'un tel mariage, naît un seul enfant aux yeux bleus, nous sommes certains que le père aux yeux bruns est de génotype Bb.

Si cependant tous les enfants d'un tel mariage ont les yeux bruns, pouvons-nous conclure que le père est automatiquement BB ? . . . .

Pourquoi ? . . . .

. . . .

Ces croisements d'épreuve ne sont donc absolument positifs que lorsqu'un enfant homozygote récessif (ici un enfant aux yeux bleus) apparaît; ce n'est qu'alors que nous sommes certains que le parent dont nous voulions connaître le génotype est hétérozygote. Ce genre d'épreuve peut évidemment se faire avec des croisements dihybrides.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 10 : L'ABSENCE DE DOMINANCE

Croisons un muflier à fleurs rouges de race pure, c'est-à-dire homozygote pour ce caractère (donc RR), avec un muflier à fleurs blanches lui aussi de race pure (donc R'R')

P : Muflier rouge RR X Muflier blanc R'R'

G : tous R tous R'

F_1: 100% des mufliers ROSES R R'

Remarque que les individus de la F_1 ont tous les fleurs ROSES; c'est très différent du croisement où tous les enfants de F_1 avaient le phénotype du parent dominant; nous nous attendrions en effet à voir uniquement des fleurs rouges ou blanches à la F_1. Mais comme aucun allèle, qu'il soit R ou R' n'est dominant sur l'autre, les fleurs de la F_1 ont une couleur différente de celle de leurs parents.

RETOURNE A L'ECOUTE.

P : Muflier rose X Muflier rose

G : . . . .

F_1: Rapport génotypique: . . . .

Rapport phénotypique: . . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

ANNEXE : PROBLEMES DE MONO- ET DE DIHYBRIDISME

1) *Dans l'espèce humaine, les yeux bruns (B) dominent sur les yeux bleus (b).*

   a) *Un jeune homme aux yeux bruns épouse une fille aux yeux bleus; leurs 8 enfants ont les yeux bruns. Donner les génotypes des parents et des enfants. Discuter votre réponse.*

   b) *Marc a les yeux bruns et il marie Lise aux yeux bleus; ils ont 3 enfants dont 2 avec des yeux bleus; donner les génotypes.*

   c) *Paul a les yeux bleus et ses parents avaient les yeux bruns. Il épouse Anne qui a les yeux bruns et dont le père avait les yeux bruns et la mère les yeux bleus. Leur unique enfant a les yeux bleus. Donner les génotypes.*

2) *Le caractère droitier (D) domine le gaucher (d). Un droitier dont la mère était gauchère marie une femme droitière qui a 3 frères et une soeur dont 2 sont gauchers. Y a-t-il probabilité d'avoir des enfants gauchers de ce mariage ? Fais la preuve.*

3) *Paul est droitier; il marie Pauline qui est droitière et il a un fils qui est gaucher. Donner les génotypes des parents.*

4) *Chez les bovins Hereford, l'absence de cornes (P) est dominante sur la présence de cornes (p).*

   Un taureau est croisé à trois vaches:

   Vache A avec cornes et on obtient un veau cornu.
   Vache B avec cornes et on obtient un veau sans corne.
   Vache C sans corne et on obtient un veau cornu.

Quels sont les génotypes de tous ces animaux ?

5) L'albinisme étant dû à un gène récessif $\underline{a}$, quel couple parmi les suivants pourrait donner naissance à un enfant albinos ?

a) Un père albinos et une mère normale homozygote ?

b) Une mère albinos et un père normal homozygote ?

c) Un père et une mère normaux dont un seul est hétérozygote ?

d) Un père albinos et une mère hétérozygote ?

Prouver votre réponse en rédigeant au complet le croisement choisi.

6) Un homme polydactyle (possédant des doigts supplémentaires) épouse une femme normale; ils engendrent cinq enfants qui manifestent tous une polydactylie. Un de ces enfants épouse une personne normale qui lui donne plusieurs enfants. Combien d'enfants, issus de cette union, seraient susceptibles d'être polydactyles ? (Donner une solution complète). p = polydactylie.

7) La Thalassémie est un type d'anémie assez commune chez les populations méditerranéennes mais relativement rare ailleurs. La maladie se présente sous deux formes différentes appelées mineure et majeure. Les individus sévèrement affectés sont homozygotes pour le gène responsable de la maladie; les personnes moyennement atteintes sont hétérozygotes. Les personnes saines sont homozygotes pour l'allèle normal. T = allèle pour la thalassémie
t = son allèle pour l'état normal

1 - Dans une famille, le père et la mère souffrent de la thalassémie mineure. Quelle est la probabilité d'avoir des enfants gravement affectés? légèrement affectés? normaux? Tracer le diagramme de ce croisement.

2 - Un enfant est frappé de Thalassémie majeure. Que pourrait découvrir le médecin qui examinerait les parents ?

3 - La thalassémie majeure est presque toujours fatale chez les enfants. En quoi ce fait peut-il modifier votre réponse à la question 2 ?

4 - *Un homme affecté de thalassémie mineure épouse une femme saine. Quels types d'enfants pourraient-ils avoir et dans quelle proportion ?*

8) *Chez l'homme, la couleur brune des cheveux (L) est dominante sur la couleur blonde (l); de même la couleur brune des yeux (B) est dominante sur la couleur bleue (b). Déterminez le rapport phénotypique attendu dans la progéniture d'un homme aux cheveux et aux yeux bruns mais hétérozygote pour ces deux caractères, marié avec une femme hétérozygote aux cheveux bruns mais dont les yeux sont bleus. Donner une solution complète.*

9) *Chez le cheval, la couleur noire est due à un facteur dominant B et la et la couleur noisette à son allèle récessif b. Le trot est dû au facteur T et le pas de marche de l'ambleur à l'allèle récessif t.*

Si on croise un ambleur (pas de marche) noir (hétérozygote) à une jument trotteuse (hétérozygote) noisette, quels seront les phénotypes des descendants, leurs génotypes et les proportions des phéno- et des génotypes ?

10) *Chez une race de chien, la couleur noire du poil est due à un gène dominant B et la couleur rouge à un allèle récessif b; de plus le pelage peut être uni ou tacheté; ce caractère est régi par une autre paire d'allèle: S pour le pelage uni et s pour le pelage tacheté.*

Un mâle noir uni est croisé avec une femelle rouge à pelage uni; la portée de chiots présente les types suivants:

2 noirs à pelage uni; 2 rouges à pelage uni;

1 noir tacheté; 1 rouge tacheté.

Déterminer le génotype des parents.

11) *La maladie de Tay Sachs ou idiotie amaurotique infantile est un trouble héréditaire récessif qui, à l'état homozygote, entraîne la mort au cours des premières années de la vie. Le gène T dominant occupant ce locus régit un phénotype normal.*

Le caractère des doigts anormalement courts ou brachydactylie est la manifestation du génotype hétérozygote Bb. Les doigts normaux sont l'expression du génotype homozygote BB tandis que l'autre génotype homozygote bb est létal. Un caractère létal cause la mort du foetus.

Quelles sont les prévisions phénotypiques parmi les adolescents issus de parents à la fois brachydactyles et hétérozygotes quant à l'idiotie amaurotique infantile ?

Mini-cours 6

GENETIQUE POSTMENDELIENNE

Mini-cours 6

GENETIQUE POSTMENDELIENNE

Objectifs de comportement

A la fin de ce mini-cours tu dois être capable de :

1) Etablir la différence entre les caryotypes de l'homme et de la femme
2) Etablir les différences entre les chromosomes X et Y aux points de vue de la forme et du contenu
3) Expliciter l'affirmation suivante: "Pour un caractère lié au sexe, la femme est habituellement porteuse alors que l'homme affiche le phénotype du caractère".
4) Citer le facteur responsable de l'apparition des allèles multiples dans une population
5) Situer le moment précis où se produit la non-disjonction et donner les conséquences de ce phénomène sur les gamètes
6) Expliquer comment la non-disjonction est la cause de l'apparition des syndromes de Klinefelter, de Turner et de Down
7) Comparer les types de gamètes produits chez un individu hétérozygote pour deux paires de gènes dans le cas de gènes liés et de gènes non-liés
8) Etablir les conséquences de la liaison des gènes sur la formation des gamètes et sur la progéniture d'un croisement d'épreuve lorsqu'il y a enjambement
9) Calculer des pourcentages d'enjambement à l'aide des résultats de croisements d'épreuve dihybrides comportant des gènes liés
10) Cartographier certains gènes sur un chromosome et expliquer la méthode employée pour y arriver
11) Effectuer des croisements impliquant les phénomènes suivants: hérédité liée au sexe, allèles multiples, gènes liés, enjambement
12) Définir tous les mots nouveaux rencontrés dans ce mini-cours

INTRODUCTION

La génétique postmendélienne traite de phénomènes de transmission génétique auxquels n'avait pas eu à faire face Mendel. Par bonheur, les gènes impliqués dans les croisements qu'il a faits étaient situés sur des chromosomes différents (sans qu'il le sache).

Les phénomènes particuliers, dont nous parlons dans ce mini-cours, ont été découverts dans la plupart des cas à la suite d'obtention de rapports phénotypiques différents de ceux qui étaient attendus.

C'est ainsi qu'on peut maintenant parler d'hérédité liée au sexe; les chromosomes déterminant le sexe présentent des différences structurales qui expliquent la particularité de cette hérédité.

En plus d'étudier l'hérédité liée au sexe, ce mini-cours aborde le phénomène de non-disjonction des chromosomes, cause d'anomalies structurales et fonctionnelles. Il s'attarde finalement à l'étude des gènes liés, cette étude s'étant révélée essentielle pour situer les gènes sur les chromosomes.

Partie 1

<u>ETAPE 1</u> : <u>NOTION DE CARYOTYPE</u>

DEFINITION

Les individus de l'espèce humaine possèdent, dans chacune de leurs cellules, 46 chromosomes. Ces chromosomes, situés dans le noyau, peuvent être appariés 2 à 2 : il y en a donc 23 paires.

Chacune des paires, sauf la 23e, est constituée de deux chromosomes homologues, c'est-à-dire de même forme et de même longueur, avec un centromère situé au même endroit. Les deux chromosomes d'une paire se ressemblent donc, mais ne sont pas identiques car leur origine parentale est différente.

L'ensemble des chromosomes portés par chaque cellule d'un individu représente son CARYOTYPE. Le caryotype de l'être humain est formé de 46 chromosomes ayant des formes bien précises.

RETOURNE A L'ECOUTE.

CARYOTYPES MALE ET FEMELLE

En observant les caryotypes de l'homme et de la femme, combien dénombres-tu de paires où les deux chromosomes sont homologues sur toute leur longueur ?

. . . .

Quelle paire diffère chez l'homme et la femme ?

. . . .

Décris cette paire, au point de vue nom et forme des chromosomes, en les comparant chez les deux sexes.

. . . .

. . . .

. . . .

Parmi les 23 paires de chromosomes humains, il y en a donc . . . . . paires qui ont la même forme chez les deux sexes. On les appelle les paires d'. . . . .

La . . . . . paire diffère chez l'un et l'autre sexe. De fait, c'est elle qui "détermine" le sexe de l'individu. C'est la paire des

. . . .

Les chromosomes . . . . et . . . . sont les hétérochromosomes.

RETOURNE A L'ECOUTE

ETAPE 2 : CONTENU DES HETEROCHROMOSOMES

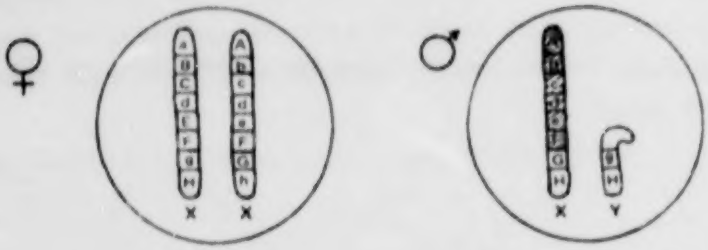


Figure 1: La 23ième paire

Sur les dessins schématiques précédents, le cercle représente le noyau cellulaire, les structures allongées représentent les chromosomes X et les lettres représentent les gènes. Remarque que le chromosome Y est petit et contient peu de gènes. Cette différence est essentielle; en effet, une bonne partie des gènes portés sur le chromosome X (ceux de la zone hachurée) n'ont pas de gènes allèles sur le chromosome Y.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 3 : ANALYSE D'UN CAS PARTICULIER

Certains individus sont incapables de discerner certaines couleurs, ils sont daltoniens; ce caractère est contrôlé par un gène récessif d alors que le gène qui donne une vision normale est dominant D.

Une femme daltonienne épouse un homme normal pour la vision des couleurs. En supposant que l'homme soit homozygote, effectue le croisement et indique les phénotypes possibles des enfants nés de ce mariage en appliquant les règles déjà vues de la génétique mendélienne:

PARENTS: femme daltonienne . . . . . X homme normal . . . . .(génotypes)

GAMETES: . . . .

F_1: phénotypes possibles et proportions: . . . .

. . . .

Maintenant que tu as fait le croisement, je suppose que tu as trouvé comme seul phénotype possible: 100% des enfants normaux. C'est le résultat auquel on s'attendrait normalement. Regarde maintenant les résultats d'une enquête faite auprès de 10 couples possédant les mêmes génotypes que tantôt: ces 10 couples ont eu 32 enfants répartis comme suit:

15 filles normales
17 garçons daltoniens

Comment peux-tu expliquer un tel résultat ? Donne ton explication :

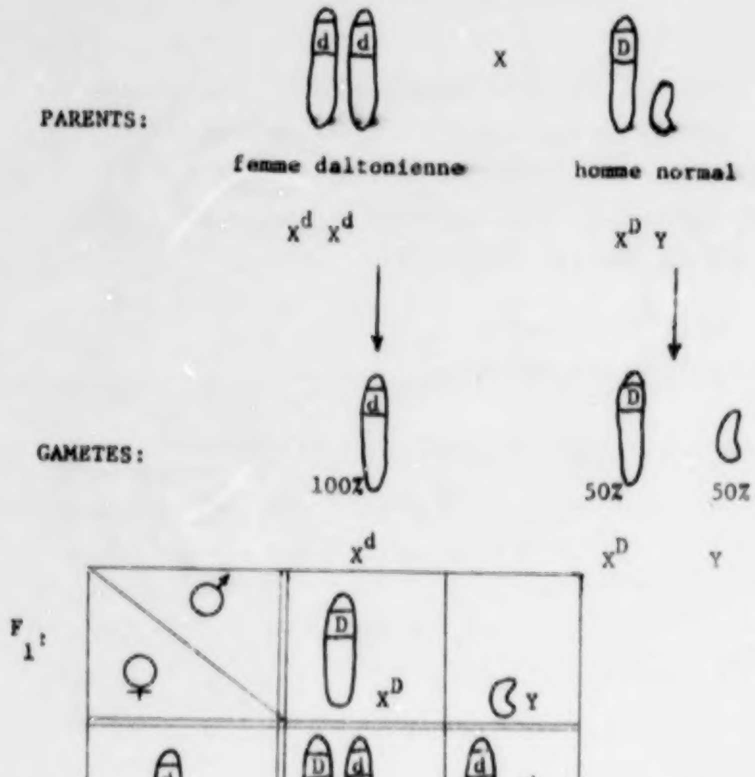
. . . .

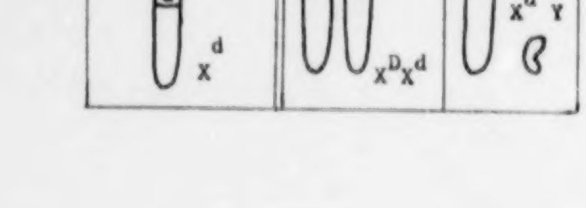
. . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 4 : CONSEQUENCES GENETIQUES DE L'HEREDITE LIEE AU SEXE

Voici comment expliquer les résultats de l'enquête de l'étape 3: il s'agit tout simplement de considérer que les gènes qui déterminent le daltonisme sont situés sur les hétérochromosomes. Une femme possède deux gènes allèles pour ce caractère alors que l'homme n'en possède qu'un, le chromosome Y ne contenant pas ce gène parce que le lieu chromosomique pour ce caractère est situé dans la zone hachurée du chromosome X (cf. étape 2). Le croisement que tu as fait à l'étape 3 aurait donc dû se présenter comme ceci:





les enfants se répartissent ainsi:
50% sont des garçons, tous daltoniens
50% sont des filles, toutes normales

Le phénomène de l'hérédité liée au sexe a donc des conséquences génétiques bien particulières. On dit habituellement pour ce genre de caractère que la femme est porteuse mais que l'homme est atteint. En fait, une femme peut être daltonienne mais la possibilité est plus faible (environ 0.5%) car elle doit réunir les deux gènes récessifs à l'état homozygote; chez l'homme, la probabilité est plus forte (environ 8%) car la possession d'un seul gène récessif suffit.

Plus de 50 caractères ainsi liés au sexe sont aujourd'hui connus dans l'espèce humaine. Mentionnons l'hémophilie ou incapacité de coagulation du sang, certaines formes de diabète, l'absence d'incisives centrales, la présence d'une mèche frontale de cheveux blancs sur la tête, certaines formes de dystrophie musculaire, une certaine forme de rachitisme, etc.

RETOURNE A L'ECOUTE.

<u>ETAPE 5</u> : <u>NOTION DE LIEU CHROMOSOMIQUE</u> (rappel de l'<u>étape 7</u> du mini-cours 5)

Tu sais qu'un caractère donné, par exemple le daltonisme ou la couleur des yeux, est contrôlé par des gènes situés à un certain endroit sur une paire de chromosomes donnée. Cet endroit se nomme lieu chromosomique ou locus pour ce caractère. Ceci veut dire qu'un caractère précis sera toujours contrôlé, chez tous les êtres humains, par des gènes situés à cet endroit, sur cette paire de chromosomes. Ce lieu chromosomique est évidemment double: un pour chaque membre de la paire.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 6 : LES ALLELES MULTIPLES

Dans le cas d'un caractère contrôlé par deux gènes uniquement, disons A et a, les combinaisons possibles que l'on peut retrouver au lieu chromosomique de ce caractère (qui est double, rappelle-toi) sont au nombre de trois :

AA ou Aa ou aa

Certains caractères ont vu se développer au cours de l'évolution d'autres gènes produits par mutations (nous étudierons les mutations dans un autre mini-cours). Ces nouveaux gènes apparaissent chez un individu et sont transmis ensuite pendant des générations à toute une portion de l'espèce. Avec le temps, on peut retrouver de cette façon toute une série de gènes pour un même caractère dans une population. Le caractère est alors considéré comme étant contrôlé par des ALLELES MULTIPLES et ce nombre de gènes allèles peut aller jusqu'à des centaines. Cependant, un individu donné ne peut posséder que 2 de ces gènes pour ce caractère car son lieu chromosomique ne présente que 2 places.

L'exemple le plus simple de ce phénomène des allèles multiples se retrouve au niveau des groupes sanguins. Il existe, en effet, un caractère nommé ABO qui contrôle la présence de certaines protéines dans le sang; ces protéines déterminent les groupes sanguins, importants lors des transfusions sanguines. Ce caractère est contrôlé par 3 allèles, les gènes A, B et O. Un individu donné peut donc avoir un des génotypes suivants:

AA ou AB ou AO ou BB ou BO ou OO

Ces 6 génotypes ne peuvent s'exprimer que par 4 phénotypes, car les gènes A et B sont dominants alors que O est récessif; par contre A et B n'ont pas de dominance entre eux. On a donc les phénotypes possibles A, B, AB et O: ce sont les quatre groupes sanguins.

Pour chaque groupe sanguin (phénotype), trouve tous les génotypes possibles qui y correspondent, en complétant le tableau suivant :

phénotypes	génotypes
A	
B	
AB	
O	

Avec 3 allèles, on a donc une possibilité de 6 génotypes, alors qu'avec 2 allèles on avait 3 génotypes. Il y a donc deux fois plus de variété pour ce caractère dans la population. La formule générale pour trouver le nombre de génotypes possibles dans la population à partir de "n" allèles est la suivante:

nombre de génotypes : $\frac{n^2 + n}{2}$

Ce qui signifie que le nombre de génotypes augmente plus rapidement que le nombre d'allèles. C'est un facteur de diversité dans la population.

RETOURNE À L'ECOUTE.

ETAPE 7 : LA NON-DISJONCTION

Il peut arriver parfois que le mécanisme normal de la méiose lors de la gamétogénèse soit perturbé par le phénomène de la NON-DISJONCTION. Ce terme explique bien le mécanisme concerné ici soit : à l'anaphase de la première division de la méiose,la séparation (disjonction) ne se fait pas entre les 2 chromosomes d'une paire; la non-disjonction peut aussi se produire à l'anaphase de la division II de la méiose ou même lors de la mitose. Comparons avec deux schémas montrant l'unune méiose normale, l'autre une méiose avec non-disjonction pour une paire de chromosomes:

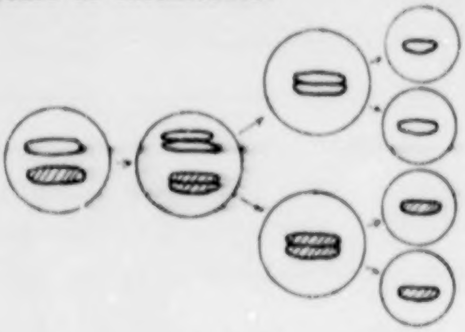


Figure 2: Méiose normale

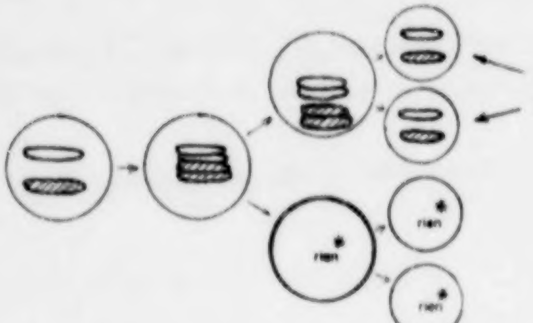


Figure 3: Méiose avec non-disjonction

*Le mot "rien" signifie que cette cellule ne contient aucun chromosome de cette paire. Elle peut être tout à fait normale pour les autres paires non illustrées.

Tu vois que la non-disjonctior produit des gamètes qui ont un chromosome de trop pour une paire donnée et d'autres gamètes qui n'ont aucun membre de cette même paire. Examinons les implications génétiques de cette non-disjonction.

NON-DISJONCTION DES HETEROCHROMOSOMES

Supposons qu'il se produise une non-disjonction des chromosomes X et Y chez un certain nombre de cellules germinales d'un homme lors des méioses produisant ses spermatozoïdes. Ces spermatozoïdes seront de deux types:

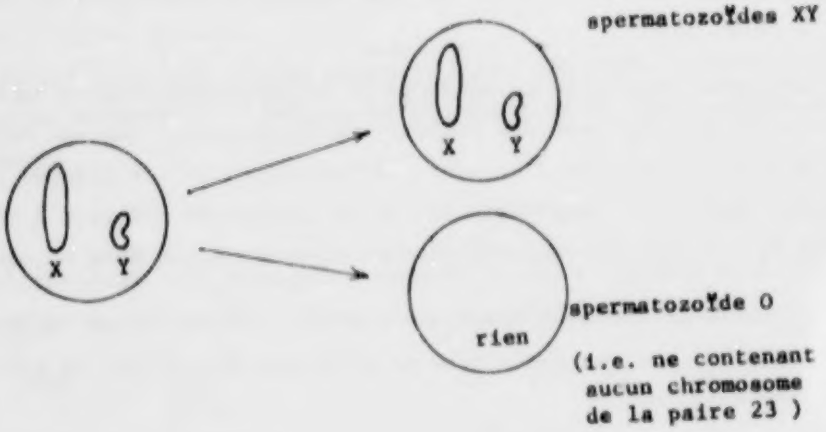


Figure 4: Non-disjonction des hétérochromosomes chez l'homme

Certains enfants de cet homme seront possiblement:

♀ \ ♂	XY	O
X	XXY	XO
X	XXY	XO

Les individus de génotype XXY sont des hommes affligés du syndrome de Klinefelter (le terme syndrome signifie: ensemble des symptômes d'une maladie); ils sont stériles, peu intelligents et présentent certains caractères sexuels secondaires féminins comme la présence de seins (peu développés).

Les individus de génotype XO sont des femmes affligées du syndrome de Turner; elles sont stériles et présentent parfois certaines caractéristiques mâles comme les épaules larges ou un large cou; certains sujets souffrent de débilité mentale.

Va observer des caryotypes d'individus atteints des syndromes de Klinefelter et de Turner dans le Cahier de Documents et en démonstration.

NON-DISJONCTION DE LA PAIRE 21 (le même phénomène peut aussi se produire avec la paire 22).

Chez certaines femmes, parfois, la paire de chromosomes 21 ne se disjoint pas lors de la production des ovules. Certains ovules peuvent donc posséder 2 chromosomes 21 au lieu d'un seul. Si un tel ovule est fécondé par un spermatozoïde normal à 1 chromosome 21, il en résulte un enfant à 3 chromosomes 21 (cas de trisomie-21) qui est atteint du syndrome de Down ou mongolisme.

Cette trisomie-21 est plus fréquente chez les enfants issus des femmes âgées; la probabilité pour une femme d'avoir un enfant mongol est de 1/3000 à 20 ans et de 1/40 à 45 ans.

Va observer le caryotype d'un individu atteint de mongolisme dans le Cahier de Documents et en démonstration.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ANNEXE : PROBLEMES SUR L'HEREDITE LIEE AU SEXE, SUR LES ALLELES MULTIPLES ET SUR LA NON-DISJONCTION

1) Un gène récessif d̲ lié au chromosome X produit du daltonisme. Une femme normale dont le père était daltonien épouse un homme daltonien. Quels types d'enfants auront-ils? Dans quelle proportion ? Distinguez bien dans votre réponse entre garçons et filles.

2) Une femme a des parents normaux et un frère daltonien. Elle épouse un homme à vision normale.
Est-il possible qu'elle donne naissance à des fils daltoniens?
Dans quelle proportion ? Donnez les génotypes de toutes les personnes impliquées.

3) L'hémophilie étant due à un gène récessif h̲ lié au chromosome X, le couple de parents possibles d'une fille hémophile est le suivant:

a) X^HX^h x X^HY b) X^hX^h x X^HY

c) X^HX^H x X^hY d) X^HX^h x X^hY

Choisissez un couple de parents et démontrez par un diagramme la vraisemblance de votre choix.

4) *A la salle d'accouchement d'un hôpital, viennent au monde deux bébés, un de groupe sanguin O, et l'autre de groupe AB; la mère du premier est de groupe O, alors que la mère du second est de groupe A. Quels sont les génotypes vraisemblables de chacun des pères de ces enfants; s'il y a plus d'un génotype possible, donnez-les tous .*

5) *Une femme de groupe sanguin B, a trois enfants: Pierre est de groupe sanguin O; Jean O; et Jacques A.*

   a) *Quels sont les génotypes possibles de la mère et du père de ces enfants ?*

   b) *Pourrait-on prétendre qu'un homme de groupe AB est le père de ces trois enfants? Explique ta réponse.*

6) *Un garçon daltonien et atteint du syndrome de Klinefelter naît de parents normaux, c'est-à-dire à phénotype normal pour ces deux caractères.*

   Comment cela est-il possible ?

Partie 2

ETAPE 8 : NOTION DE GENES LIES

Comme il n'existe que 23 paires de chromosomes et plusieurs milliers de caractères héréditaires connus chez l'homme, il s'ensuit, ce qui est assez évident, que chaque paire de chromosomes doit porter plusieurs caractères. Deux caractères dont les gènes sont situés sur une même paire de chromosomes mais à des lieux chromosomiques différents sont dits LIES. De tels GENES LIES vont se disjoindre ensemble lors de la méiose.

Compare sur les schémas suivants, les types de gamètes formés par un individu de génotype AaBb si on suppose d'une part que les gènes A ou a et B ou b sont NON-LIES (Fig. 5) et d'autre part qu'ils sont LIES (Fig. 6).

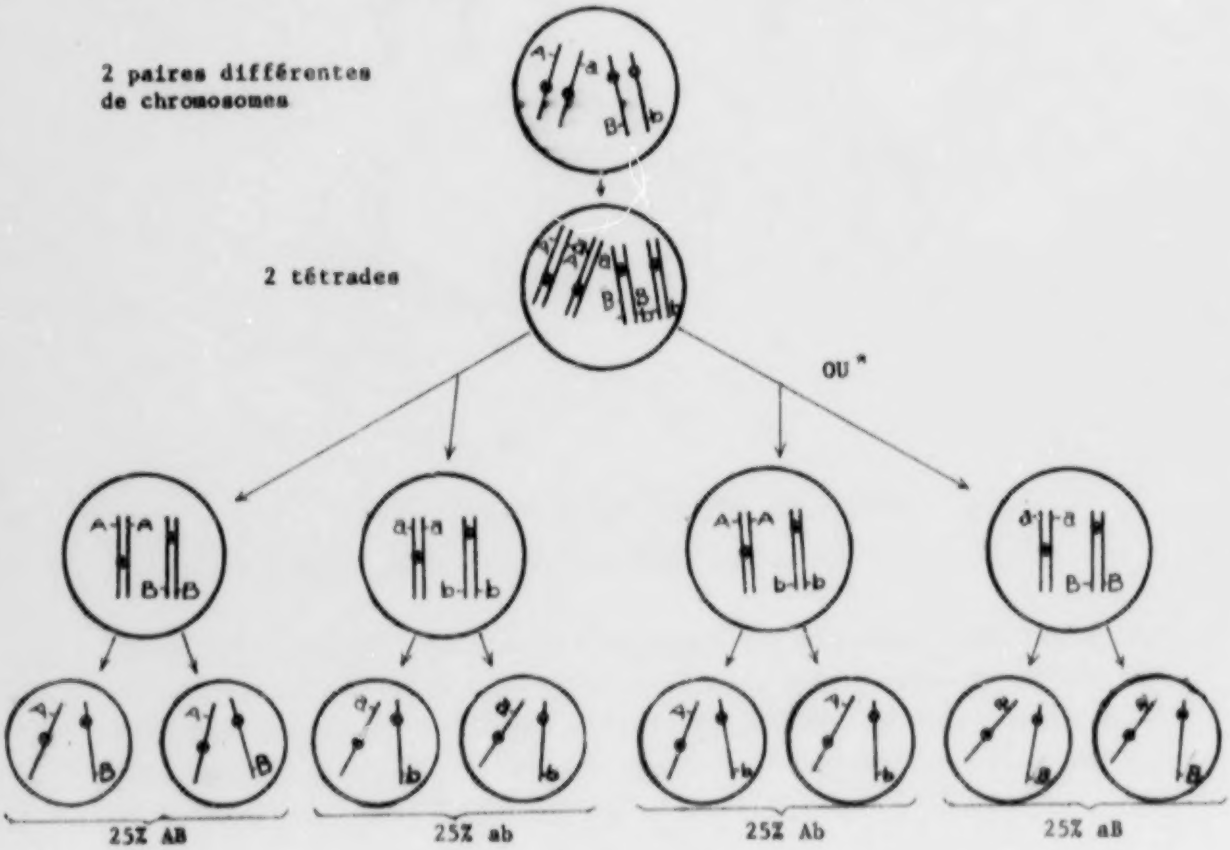
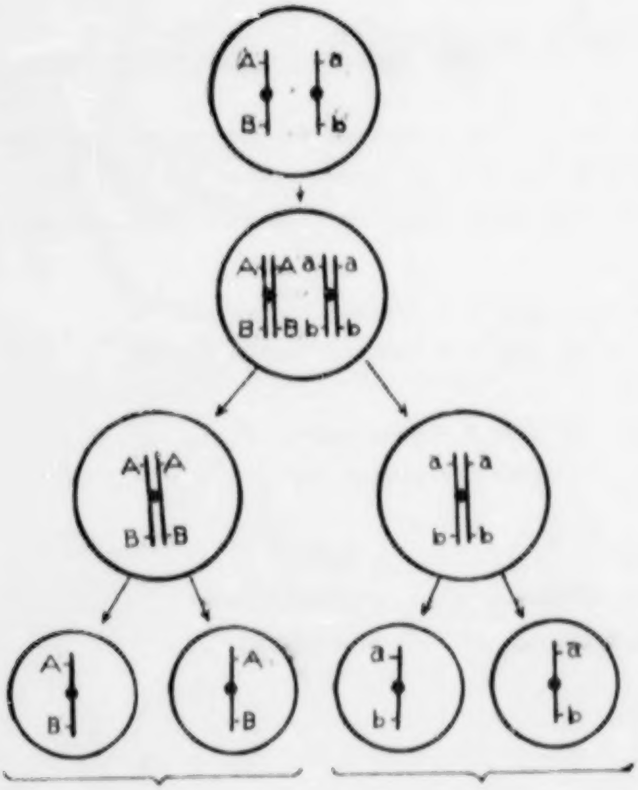


Figure 5: Méiose avec gènes NON-LIES

*: ce "ou" représente la deuxième voie possible (rappelle-toi l'étape 4 du mini-cours 5.) En effet, si A va dans une cellule, le membre de l'autre paire qui va le rejoindre peut être B ou b.

1 seule paire
de chromosomes

une seule
tétrade



Types de gamètes	AB	ab
%	50%	50%

Figure 6: Méiose avec gènes LIES

2 types de gamètes ayant chacun une probabilité de 50%.

Donc, tous les gènes dits liés se disjoignent ensemble étant donné que ce qui se disjoint ce ne sont pas des gènes isolés mais des chromosomes entiers. Ce phénomène des gènes liés diminue donc la diversité des gamètes produits puisque dans notre exemple il n'y a que deux types de gamètes produits (AB et ab) au lieu de quatre. Il y a des exceptions que nous verrons tantôt.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 9 : ANALYSE D'UN CAS PARTICULIER

Je te demande de trouver les génotypes et phénotypes possibles dans le croisement dihybride qui suit en tenant compte des caractères suivants qui sont régis par des gènes que l'on considère ici comme NON-LIES:

couleur des cheveux: gène F = cheveux foncés
gène f = cheveux blonds

couleur des yeux: gène B = yeux bruns
gène b = yeux bleus

PARENTS:	♂FfBb	♀ ffbb
	cheveux foncés	cheveux blonds
	yeux bruns	yeux bleus
GAMETES:	....	....

F_1 Les génotypes possibles sont: . . . .
. . . .

Les phénotypes possibles et leurs proportions (en %) sont:

. . . .
. . . .
. . . .
. . . .

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 10 : IMPLICATIONS GENETIQUES DES GENES LIES

Le croisement de l'étape 9 implique deux caractères, la couleur des cheveux et des yeux dont les gènes sont liés. L'allure réelle du croisement est donc celle-ci:

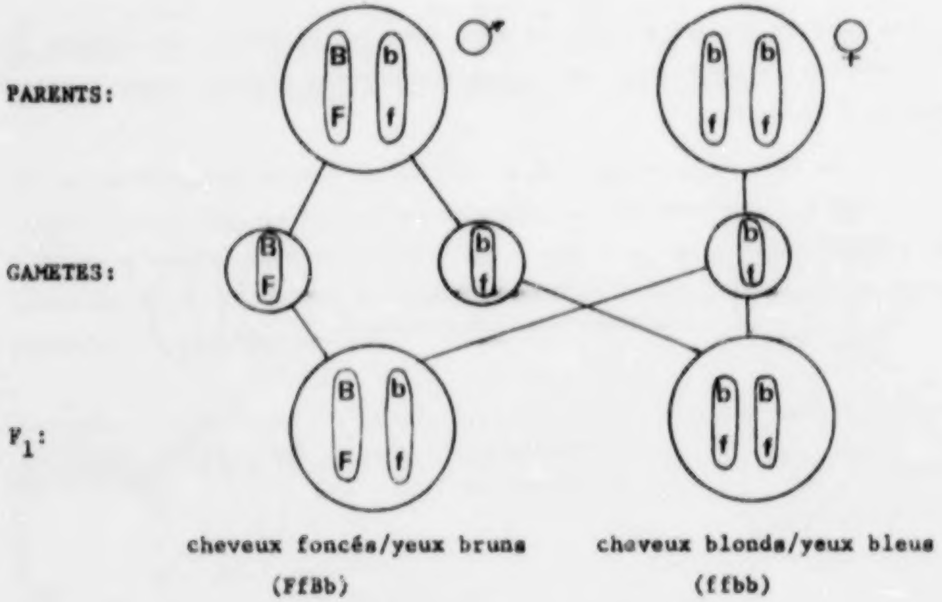


Figure 7: Croisement avec gènes liés

Remarque que les enfants ont les mêmes génotypes et les mêmes phénotypes que leurs parents: cette première génération n'est donc formée que de COMBINAISONS PARENTALES parce que les enfants sont identiques aux parents pour les caractères considérés.

Ce phénomène semble limiter la diversité de la progéniture puisqu'il ne produit, à la F_1, que la moitié des génotypes prévus dans le cas d'un croisement dihybride sans gènes liés (voir tes résultats à l'étape 9). En fait, les mêmes 4 génotypes pourraient apparaître ici aussi et nous allons voir comment.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 11 : NOTION D'ENJAMBEMENT (CROSSING OVER)

A la prophase de la première division de la méiose, les chromosomes d'une même paire peuvent s'enjamber de sorte qu'à l'anaphase de la même division, lorsqu'ils viennent pour se séparer, il y a bris des 2 chromosomes et échange des parties brisées. Cet ENJAMBEMENT produit des gamètes différents de ceux auxquels on s'attendrait.

Regarde les gamètes que produirait le père dans le croisement de l'étape 10 si un enjambement se produisait entre les chromosomes portant respectivement les gènes B, F et b, f.

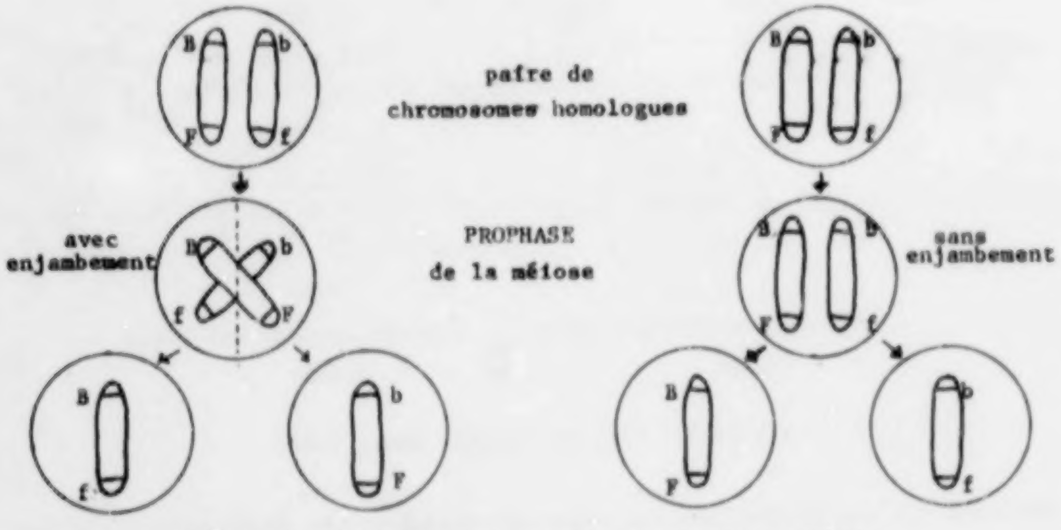


Figure 8: L'enjambement, source de nouveaux gamètes

L'enjambement entre les 2 chromosomes de cette paire produit ainsi 2 gamètes nouveaux: Bf et bF. Chez l'individu porteur de cette paire de chromosomes, seulement quelques cellules germinales subissent un enjambement entre B et F, aussi un grand nombre de gamètes restent-ils de types BF et bf, gamètes produits sans enjambement.

Les quatre types de gamètes sont donc produits comme si B et F n'étaient pas liés (voir étape 9)

Gamètes: BF et bf, l'enjambement n'a pas eu lieu;
Bf et bF, l'enjambement a eu lieu.

La différence est que les gamètes produits par enjambement (Bf et bF) sont en plus faible proportion que les autres (BF et bf). Cette proportion ne peut être évaluée directement car on ne peut voir les gènes au microscope; il faut faire un croisement pour découvrir cette proportion.

Le croisement,qui permet de savoir si deux gènes sont liés ou non et dans quelle proportion se fait l'enjambement,est le croisement d'épreuve (cf. l'étape 9 de ton mini-cours 5); on croise donc un individu hétérozygote pour les deux caractères considérés avec un individu homozygote récessif pour les 2 caractères.

Regarde le croisement à la page suivante et écoute les commentaires qui l'accompagnent sur le guide sonore.

RETOURNE A L'ECOUTE.

CARACTERES	GENES (LIES)
Couleur de la fleur	fleurs pourpres (P) fleurs rouges (p)
Forme du grain de pollen	grains longs (R) grains ronds (r)

gènes NON-LIES

PARENTS ♂ PpRr X ♀ pprr

GAMETES : ♂ . . . .

♀ . . . .

F_1 % obtenu

pourpres longs .....

rouges ronds .....

pourpres ronds .....

rouges longs .....

gènes liés SANS ENJAMBEMENT

♂ . . . .

♀ . . . .

% obtenu

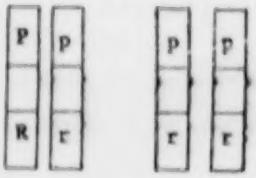
PpRr .....

pprr .....

Pprr .....

ppRr .....

gènes liés AVEC ENJAMBEMENT



♂ . . . .

♀ . . . .

plants obtenus

PpRr 192 ⎫ combinaisons parentales
pprr 182 ⎭

Pprr 23 ⎫ recombinants
ppRr 30 ⎭

427 plants obtenus

RETOURNE A L'ECOUTE.

Méthode de calcul pour obtenir le % d'enjambement:

$$\frac{\text{nombre de recombinants obtenus}}{\text{nombre total de plants obtenus}} \times 100 = \% \text{ d'enjambement}$$

Le pourcentage d'enjambement que je calcule est . . . . . . %

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 12 : LA CARTOGRAPHIE CHROMOSOMIQUE

Les enjambements qui se produisent lors de la méiose se font au hasard, n'importe où le long des chromosomes et avec une fréquence variable. C'est une question de chance uniquement si un enjambement vient se produire entre deux gènes liés donnés. Supposons deux caractères liées A et B sur une paire de chromosomes; le génotype d'un individu hétérozygote pour ces deux caractères aurait une de ces allures-ci:

OU

ou des distances intermédiaires entre les deux

Figure 9: Distances variables entre gènes liés

Donc 2 gènes liés peuvent être distants ou très rapprochés sur un chromosome. Comme les enjambements se produisent au hasard, dans quel cas le pourcentage d'enjambement sera-t-il le plus élevé? Est-ce dans le cas où les gènes sont distants ou rapprochés?

Plus les gènes sont distants, plus le pourcentage d'enjambement sera élevé. En effet, si les gènes sont rapprochés, les enjambements ont beaucoup plus de chances de se produire en dehors des 2 gènes et non entre les deux; or, il faut absolument qu'un enjambement se produise entre les 2 gènes pour produire des gamètes nouveaux et donc un certain nombre de recombinants lors d'un croisement d'épreuve futur.

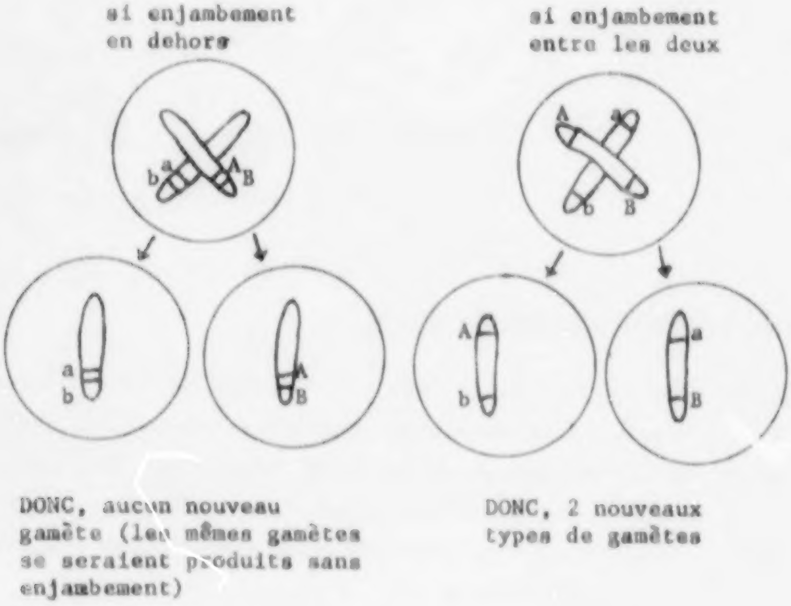


Figure 10: Influence de la distance entre les gènes sur les gamètes formés

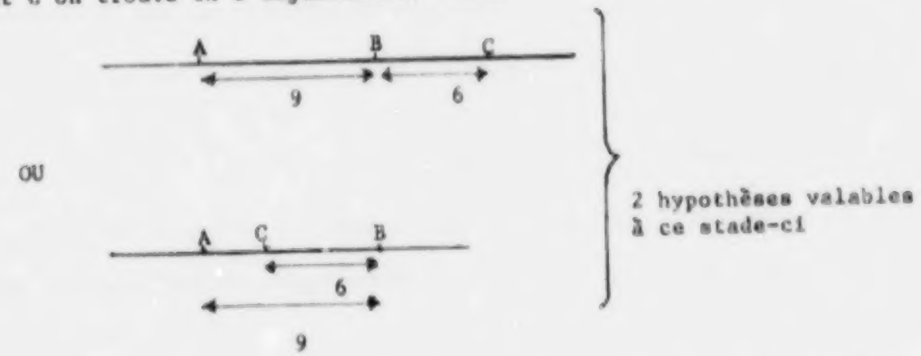
Donc plus les gènes sont éloignés, plus le pourcentage d'enjambement est grand. Le pourcentage d'enjambement est donc une mesure de la distance relative entre les deux gènes. On prend comme unité de cette distance relative 1% d'enjambement; ainsi, si entre 2 gènes il y a 9% d'enjambement (pourcentage calculé à partir des résultats d'un croisement d'épreuve), on dit que les 2 gènes sont distants de 9 unités.

Cette notion a permis à plusieurs chercheurs, depuis le début du siècle, de procéder à la CARTOGRAPHIE des chromosomes. En effectuant plusieurs croisements d'épreuve successifs comportant toute une série de gènes liés sur une même paire de chromosomes, on arrive à établir les distances relatives entre ces gènes et donc à cartographier la paire de chromosomes. Malheureusement cette cartographie est très peu développée pour l'espèce humaine car on ne peut faire les croisements d'épreuve voulus (cf. McKusick, V.A., The Mapping of Human Chromosomes, Scientific American. Avril 1971. p. 104).

Exemple: Soit 3 caractères liés A, B et C

Entre A et B on trouve 9% d'enjambement; DONC

entre B et C on trouve 6% d'enjambement; DONC



Si entre A et C on trouve 15% d'enjambement... l'hypothèse 1 est la bonne

si entre A et C on trouve 3% d'enjambement... l'hypothèse 2 est la bonne

Effectue la cartographie des gènes X, Y et Z en tenant compte des pourcentages d'enjambement trouvés dans les 3 croisements suivants:

croisement 1 (entre X et Y) = 10% d'enjambement
croisement 2 (entre Y et Z) = 6% d'enjambement
croisement 3 (entre X et Z) = 4% d'enjambement

Place ces gènes en ordre sur le chromosome suivant en indiquant les unités:

chromosome

RETOURNE A L'ECOUTE.

ANNEXE: PROBLEMES SUR LES GENES LIES

1) *Nous croisons AaBb x aabb. Quels seront les phénotypes de la* F_1*:*

   a) *si les caractères sont indépendants.*
   b) *si les caractères sont complètement liés.*
   c) *s'il y a un indice d'enjambement de 20%.*

2) *On trouve chez une plante trois caractères héréditaires régis par les couples d'allèles A et a, B et b, C et c.*

   Trois croisements différents ont donné les résultats suivants:

Génotypes des parents		Phénotypes et proportions des descendants
AaBb x aabb	=	450 AB : 68 Ab : 62 aB : 420 ab
BbCc x bbcc	=	453 BC : 41 Bc : 39 bC : 417 bc
AaCc x aacc	=	473 AC : 26 Ac : 24 aC : 477 ac

Les caractères A, B, C sont-ils indépendants ou liés? Pourquoi ?

Si ces gènes sont liés, effectue la cartographie en indiquant le nombre d'unités qui les séparent.

Mini-cours 7

MUTATIONS ET GENETIQUE HUMAINE

Mini-cours 7

MUTATIONS ET GENETIQUE HUMAINE

Objectifs de comportement

A la fin de ce mini-cours tu dois être capable de :

1) Définir les termes suivants: mutation, mutation chromosomique, mutation génique, sélection naturelle, pédigree, eugénisme

2) Détailler les divers types de mutations avec schémas explicatifs

3) Expliquer, en tout ou en partie, un exemple d'effets d'une mutation, soit l'exemple de l'anémie à hématies falciformes

4) Donner les difficultés qui font que la génétique humaine ne s'étudie pas comme celle des plantes ou des autres animaux

5) Déceler, dans un pédigree, si un caractère est dominant ou récessif et dresser la liste des individus dont le génotype est connu

6) Construire un pédigree

7) Dresser une liste de traits héréditaires chez l'homme

8) Détailler brièvement les problèmes posés par l'eugénisme

INTRODUCTION

Quand toutes les lois de la génétique n'expliquent pas l'apparition d'un caractère, celui-ci faisant irruption chez un individu, c'est que le message héréditaire a changé, il y a eu mutation. Certaines mutations sont la cause de maladies métaboliques observées chez l'humain.

Qu'il y ait mutation ou non dans le patrimoine héréditaire humain, son étude comporte des difficultés qu'on ne rencontre pas chez les autres espèces; l'étude des pédigrees s'est révélée précieuse face à ce problème.

Ce mini-cours clôt notre étude de la génétique par un bref aperçu des problèmes rencontrés en génétique humaine.

ETAPE 1 : LES MUTATIONS

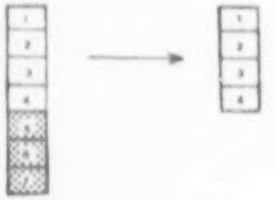
Les modifications chromosomiques sont courantes et jouent un très grand rôle dans le processus de l'évolution en amenant de la nouveauté au niveau des gènes et des chromosomes. Malheureusement, la plupart de ces modifications sont dommageables et ne semblent pas cadrer avec la ligne évolutive d'une espèce, encore qu'il faille être prudent sur notre interprétation de ce qui est bon ou mauvais pour une espèce. De toute façon , ces modifications chromosomiques que l'on nomme MUTATIONS semblent être, actuellement, le facteur premier de l'évolution; si une mutation apparaît chez un individu au niveau de ses cellules reproductrices, il la transmet à sa progéniture. Les facteurs du milieu vont ensuite faire en sorte que cette nouveauté soit acceptée ou rejetée; c'est ce qui constitue la SELECTION NATURELLE.

Une mutation peut affecter soit un gène en particulier soit une partie plus ou moins importante d'un chromosome. On parle de MUTATIONS GENIQUES et de MUTATIONS CHROMOSOMIQUES.

LES MUTATIONS CHROMOSOMIQUES

Les mutations affectant un chromosome peuvent être dues à différents mécanismes. Par exemple, un chromosome peut subir une délétion, une translocation, une inversion, etc.

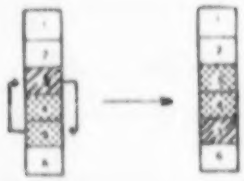
Délétion: perte d'un bout de chromosome par brisure.



chaque bloc numéroté représente un gène.

<u>Translocation</u>: fracture d'une partie de chromosome et union de cette partie avec un autre chromosome non-homologue (c'est-à-dire un chromosome d'une autre paire)

<u>Inversion</u>: des parties d'un chromosome se détachent et se réinsèrent dans le même chromosome de façon à inverser l'ordre des gènes sur une certaine distance.



LES MUTATIONS GENIQUES

Il se produit parfois des erreurs lors de la duplication de l'ADN qui s'accomplit durant l'interphase qui précède la mitose ou la méiose. Ces erreurs consistent surtout en modifications au niveau des nucléotides. Ces mutations géniques peuvent prendre différentes formes. Par exemple: substitution, insertion, délétion, etc....

<u>Substitution:</u> une base azotée est remplacée par une autre base azotée.

ADN exact:

AAA ATG CTT CTC CAA GAT

TTT TAC GAA GAG GTT CTA

substitution d'un C par un T

ADN erroné:

AAA ATG TTT CTC CAA GAT

TTT TAC GAA GAG GTT CTA

<u>Insertion:</u> un nucléotide nouveau vient s'insérer dans une molécule d'ADN ce qui change le message codé.

demi-chaîne d'ADN	AAA	ATG	CTT	CTC	CAA	GAT	
demi-chaîne d'ADN erronée	AAA	ATG	CCT	TCT	CGA	AGA	T...

tous les triplets à partir d'ici sont erronés

insertion d'un nucléotide à cytosine

<u>Délétion:</u> un nucléotide disparaît de la molécule d'ADN, ce qui change aussi le message.

demi-chaîne d'ADN	AAA	ATG	CTT	CTC	CAA	GAT
demi-chaîne d'ADN erronée	AAA	ATG	CTT	TCC	AAG	AT.

disparition d'un nucléotide à cytosine

Toutes ces mutations affectent le message de l'ADN. Comme ce message est changé, il en résulte la fabrication de fausses molécules d'ADN messager et donc, la synthèse éventuelle de protéines différentes.

Ces mutations se produisent rarement. On estime à environ 1 chance sur un million la probabilité pour un gène de muter chez un individu donné. Mais si un individu possède environ 10,000 gènes, la probabilité qu'il possède un gène mutant sur ces 10,000 gènes est de $\frac{1}{1000000}$ X 10,000 = $\frac{1}{100}$, donc une probabilité relativement élevée. Ce qui revient à dire qu'environ un gamète sur 100 est porteur d'une mutation quelconque.

Les causes de ces mutations sont diverses. Des facteurs comme la température, le pH ou la présence de certains produits chimiques peuvent accroître de beaucoup la fréquence des mutations. Le facteur le plus important est cependant la quantité de radiations reçues; des radiations comme les rayons X ou les radiations dues à l'énergie nucléaire augmentent énormément la fréquence des mutations.

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 2 : EFFETS D'UNE MUTATION : L'ANEMIE A HEMATIES FALCIFORMES

Il existe une maladie, l'anémie à hématies falciformes, dont la cause apparente est la présence d'hémoglobine anormale dans les globules rouges du malade. Cette hémoglobine anormale change l'allure des globules rouges qui prennent l'aspect de faucilles; cette hémoglobine est aussi déficiente dans sa capacité de capter l'oxygène au niveau des poumons, d'où anémie et baisse du taux d'oxygène sanguin.

La molécule d'hémoglobine est formée d'une partie protéique et d'une partie non-protéique. La partie protéique est constituée de quelques centaines d'acides aminés. L'anémie à hématies falciformes est causée par le changement d'un de ces acides aminés.

Regardons la petite portion de la partie protéique où se produit ce changement: (les acides aminés sont indiqués par leurs abréviations courantes)

Hémoglobine normale:	Val - His - Leu - Thr - Pro - Glu - Glu - Lys...
Hémoglobine des hématies en faucille:	Val - His - Leu - Thr - Pro - <u>Val</u> - Glu - Lys...

Donc le changement de l'acide glutamique par la valine est suffisant pour causer cette anémie. D'où vient ce changement? Tout simplement de la modification d'un codon par une mutation génique, probablement une substitution.

RETOURNE A L'ECOUTE.

Le tableau suivant résume les causes et conséquences de l'anémie à hématies falciformes:

substitution d'une base dans un triplet de l'ADN

↓

ARN messager avec un codon erroné

↓

changement de l'acide glutamique par la valine

↓

hémoglobine anormale

↓

les globules rouges (hématies) prennent la forme de faucille

↙ ↘

conséquences dues à la baisse de captation d'oxygène	conséquences dues à la forme anormale des globules rouges
anémie	formation de caillots
augmentation du travail du coeur	mauvaise circulation pouvant entraîner la paralysie, la pneumonie, le rhumatisme

ETAPE 3 : L'ANALYSE DE PEDIGREES

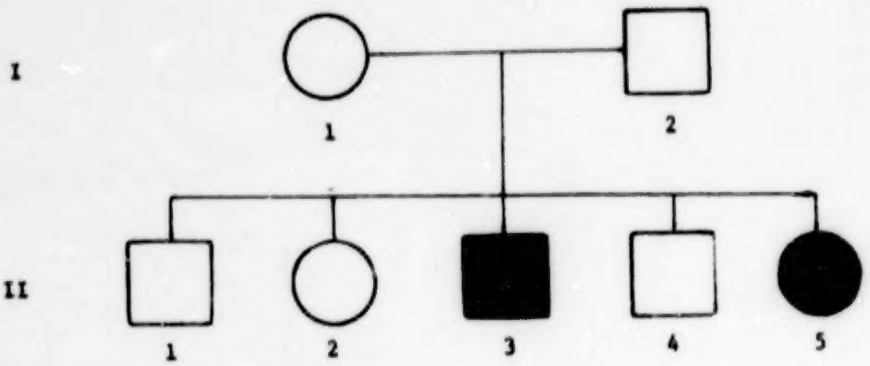
L'étude de l'hérédité humaine ne peut se faire comme celle de l'hérédité des plantes ou des animaux et ceci pour les raisons suivantes:

1. L'impossibilité d'effectuer les croisements que le généticien voudrait effectuer; ce qui amène l'union d'un homme et d'une femme ce n'est pas la logique scientifique.

2. Le nombre peu élevé d'enfants dans une famille humaine : même une vingtaine d'enfants est un nombre très éloigné des quelques centaines qu'un couple de drosophiles (mouches à fruits) peut nous donner;

3. L'intervalle de temps très long entre chaque génération humaine (environ 20 ans) : un généticien peut étudier au maximum 3 générations durant sa vie de chercheur alors qu'il peut étudier une trentaine de générations de drosophiles par année!

Il faut donc procéder autrement. La méthode la plus couramment employée est l'anclyse de pedigrees. Un pedigree,c'est un arbre généalogique plus ou moins complet, c'est-à-dire englobant plus ou moins d'individus, pour un caractère donné:



Voici les conventions employées dans la description d'un pedigree:

-les cercles représentent les femelles

-les carrés représentent les mâles

-une ligne horizontale unissant un cercle et un carré représente un mariage

-les chiffres romains représentent les générations

-les chiffres arabes représentent les individus d'une génération

-les cercles ou carrés noircis indiquent les individus qui affichent le caractère étudié

Dans le pedigree, deux enfants (II-3 et II-5) affichent le phénotype du caractère étudié. Essaie de répondre aux questions suivantes : (si, après avoir essayé, tu ne peux pas, retourne au guide sonore).

Le caractère étudié est-il amené par un gène dominant ou récessif ?

. . . .

Comment as-tu procédé pour donner cette réponse ?

. . . .

. . . .

. . . .

En employant les lettres A et a pour le caractère, quels sont les génotypes possibles des individus suivants ?

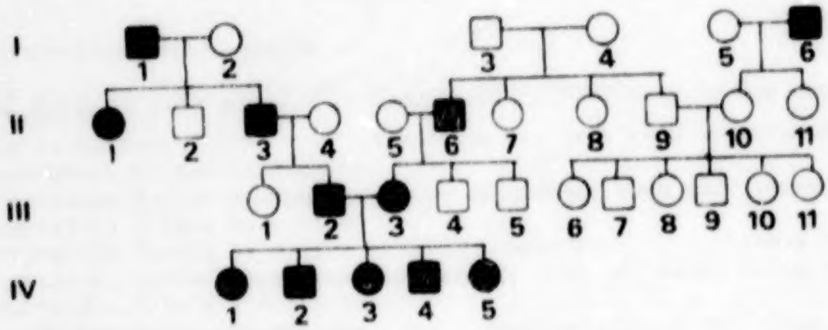
GENOTYPES POSSIBLES

I-1:
I-2:
II-1:
II-2:
II-3:
II-4:
II-5:

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 4 : LA DEBILITE MENTALE

On sait aujourd'hui que certaines formes de débilité mentale sont héréditaires. Le pédigree qui suit te montre tous les débiles mentaux observés sur une période de 4 générations. En employant les lettres D et d pour définir ce caractère, trouve d'abord si la débilité mentale est un caractère dominant ou récessif; indique le génotype de chacun lorsque tu en es certain.



RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 5 : REDACTION DE PEDIGREES ET RECHERCHE DE LA DOMINANCE

L'enquête que tu vas effectuer te permettra de savoir si tel caractère étudié est dominant ou récessif. Elle te permettra en plus de connaître les génotypes existant dans ta parenté pour ce caractère.

Il suffit de vérifier chez le plus grand nombre possible de parents le phénotype de chaque individu pour un caractère donné. Les parents en question sont ceux-ci: père, mère, frères, soeurs, grand-père, grand-mère, beaux-frères, belles-soeurs, neveux, nièces, oncles et tantes (paternels et maternels), oncles et tantes (par alliance), cousins et cousines, etc... Une fois ces observations notées, tu construis un pédigree pour chaque caractère étudié. Tu peux ainsi atteindre 4 générations si tu as encore tes arrières grand-parents ou si tu as des enfants ou si tu as des neveux et/ou des nièces.

Les caractères que tu peux étudier facilement (l'enquête peut se faire par téléphone dans certains cas) sont les suivants:

Couleur des yeux. Les deux phénotypes possibles sont:

- -yeux bruns
- -yeux bleus (tous les yeux qui ne sont pas bruns)

Présence de poils sur les phalangines. Les deux phénotypes possibles sont:

- -Présence de poils sur le dessus des segments intermédiaires des 4 doigts sauf le pouce (la présence de poils sur un seul doigt suffit; le caractère est présent même si les poils sont fins et blonds)
- -Absence de tout poil sur les phalangines

Capacité de rouler la langue. Les deux phénotypes possibles sont:

- -Capacité de mettre la langue en "U"
- -Incapacité de le faire

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 6 : LISTE DE TRAITS ET DE PATHOLOGIES HEREDITAIRES

A) Caractéristiques anatomiques

- -la couleur des cheveux
- -le type de chevelure (frisée ou non)
- -la calvitie
- -la pigmentation de la peau
- -l'absence d'émail sur les dents
- -l'épaisseur des lèvres
- -la longueur des cils
- -la dimension des yeux
- -la forme des narines
- -les groupes sanguins
- -la forme du crâne
- -la forme de la face
- -la forme du nez
- -l'attachement du lobe de l'oreille
- -l'absence d'incisives latérales supérieures

B) Caractères pathologiques

- -la polydactylie (présence de plus de 5 doigts)
- -l'hémophilie
- -le daltonisme
- -certaines formes de diabète
- -certaines formes de strabisme
- -certaines formes de surdité
- -certaines formes de myopie et d'hypermétropie
- -certaines formes de schizophrénie
- -certaines formes d'épilepsie
- -certaines formes de nanisme
- -certaines formes d'allergie
- -la fibrose kystique
- -la phénylcétonurie
- -l'obésité
- -le bec de lièvre

RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 7 : L'EUGENISME

L'eugénisme peut être défini comme suit: science de l'amélioration de la race humaine par le contrôle génétique. Cette science fut fondée en 1889 par Galton; elle repose sur la constatation suivante: plusieurs gènes sont nuisibles pour la population humaine. Par exemple, le gène de l'hémophilie; les individus qui naissent hémophiles ont un sang incapable de se coaguler normalement; s'il leur arrive une blessure quelconque, leur sang coule continuellement au lieu de se coaguler et de former une "croûte" qui referme la plaie. Ces individus hémophiles doivent être l'objet d'une surveillance médicale suivie.

Doit-on permettre à ces individus de se reproduire et de transmettre ainsi ce gène dommageable à leur descendance ? En fait, si le même problème survient dans une population animale, la question ne se pose même pas; à la moindre blessure, l'animal perd tout son sang et meurt de sorte qu'il a très rarement l'occasion d'atteindre l'âge de la reproduction. C'est un exemple de sélection naturelle. Mais, chez l'homme, le développement de la médecine permet de soigner les hémophiles et ceux-ci atteignent souvent l'âge de la reproduction.

Que faire alors ? L'eugénisme propose théoriquement trois solutions:

1) refuser tout soin à ces malades et laisser agir la sélection naturelle, ce qui signifie la mort à court terme;
2) obliger, par la loi, ces individus à se faire stériliser. Comme ce caractère est lié au sexe (nous l'avons mentionné dans un mini-cours précédent), la mesure s'appliquerait aussi bien aux hommes atteints d'hémophilie qu'aux femmes qui ne sont pas atteintes mais qui sont reconnues comme étant porteuses du gène récessif;
3) conseiller fortement à de telles personnes de ne pas avoir d'enfants.

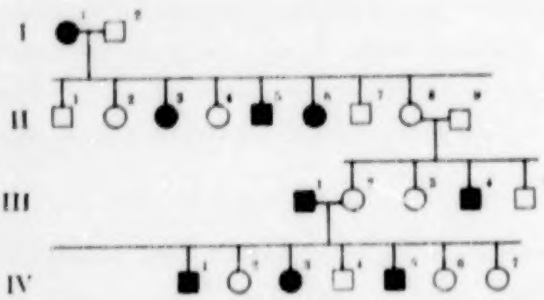
La première solution n'est acceptée nulle part dans le monde; elle est peut-être la plus efficace quant à l'amélioration de l'espèce mais elle va nettement à l'encontre du respect de la personne humaine. La deuxième solution est adoptée dans certains pays tandis que la troisième solution est mise en pratique de façon presque courante. Dans ce dernier cas, certains pays ont des législations permettant à ces personnes de se faire stériliser alors que d'autres interdisent la stérilisation et ne permettent que la pratique de méthodes contraceptives.

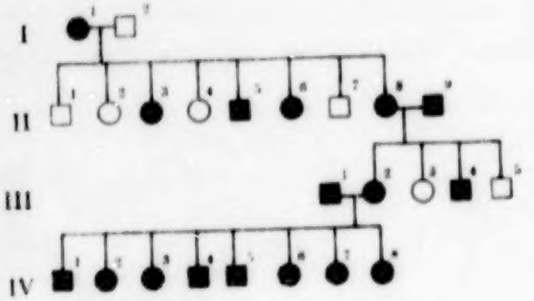
Beaucoup de caractères héréditaires dommageables sont touchés par ces notions d'eugénisme; certains sont aussi frappants que l'hémophilie alors que d'autres sont beaucoup moins évidents. L'eugénisme pose aussi beaucoup d'autres questions qu'il serait trop long d'aborder ici. Je te conseille, si cela t'intéresse, de consulter à la bibliothèque: SUTTER, Jean. L'eugénique: problèmes, méthodes, résultats.

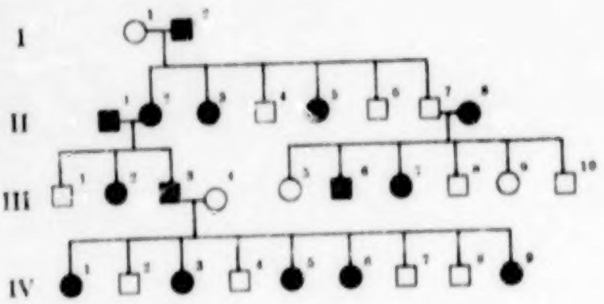
RETOURNE A L'ECOUTE.

ETAPE 8 : ANALYSES DE PEDIGREES

(tiré de Hartmann, Jagendorf, Wright, Laboratory Directions for General Biology, p. 37).







15-3117

Imprimé au collège Ahuntsic